

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日  
Date of Application:

2002年 8月 6日

出願番号  
Application Number:

特願2002-229059

[ST.10/C]:

[JP2002-229059]

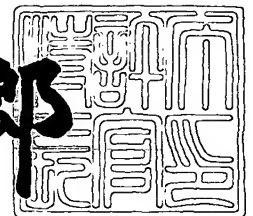
出願人  
Applicant(s):

オリンパス光学工業株式会社

2003年 3月28日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3021402

【書類名】 特許願

【整理番号】 02P01314

【提出日】 平成14年 8月 6日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H04N 1/40

【発明の名称】 撮像システムおよび画像処理プログラム

【請求項の数】 20

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都渋谷区幡ヶ谷 2 丁目 4 3 番 2 号 オリパス光学工業株式会社内

    【氏名】 鶴岡 建夫

【特許出願人】

    【識別番号】 000000376

    【住所又は居所】 東京都渋谷区幡ヶ谷 2 丁目 4 3 番 2 号

    【氏名又は名称】 オリパス光学工業株式会社

【代理人】

    【識別番号】 100076233

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 伊藤 進

【手数料の表示】

    【予納台帳番号】 013387

    【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

    【物件名】 明細書 1

    【物件名】 図面 1

    【物件名】 要約書 1

    【包括委任状番号】 9101363

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 撮像システムおよび画像処理プログラム

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 複数の画素を配列してなる撮像素子からのデジタル化された信号中に含まれるノイズの量を、一画素毎に、または複数画素でなる所定の単位面積毎に、推定するノイズ推定手段と、

このノイズ推定手段により推定されたノイズ量に基づき上記信号中のノイズを低減するノイズ低減手段と、

を具備したことを特徴とする撮像システム。

【請求項 2】 上記撮像素子の前面に配置された色フィルタと、

該撮像素子から出力される信号をこの色フィルタ毎の信号に分離する分離手段と、

をさらに具備したことを特徴とする請求項 1 に記載の撮像システム。

【請求項 3】 上記ノイズ推定手段は、

上記信号の信号値レベルと、上記撮像素子の温度と、上記信号に対するゲインと、撮影時のシャッタ速度と、の内の少なくとも 1 つの情報に基づいてパラメータを算出するパラメータ算出手段と、

このパラメータ算出手段により算出されたパラメータに基づいて推定ノイズ量を算出するノイズ量算出手段と、

を有して構成されたものであることを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の撮像システム。

【請求項 4】 上記ノイズ推定手段は、

上記推定されたノイズ量に対して上限値を設定する上限値設定手段を有して構成されたものであることを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の撮像システム。

【請求項 5】 上記ノイズ低減手段は、

上記ノイズ推定手段により推定されたノイズ量に基づいて、一画素毎に、または複数画素でなる所定の単位面積毎に、ノイズの振幅値を閾値として設定する閾値設定手段と、

この閾値設定手段により設定された閾値以下となる上記信号中の振幅成分を低減するスムージング手段と、

を有して構成されたものであることを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の撮像システム。

【請求項 6】 上記ノイズ低減手段は、

上記ノイズ推定手段により推定されたノイズ量に基づいて、平滑化処理の周波数特性を制御するための制御値を設定する制御値設定手段と、

この制御値設定手段により設定された制御値に基づき上記信号中の特定周波数帯域を低減する平滑化処理を行うスムージング手段と、

を有して構成されたものであることを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の撮像システム。

【請求項 7】 上記パラメータ算出手段は、

注目画素を含む所定サイズの近傍領域または上記単位面積中の複数の画素値の平均をとることにより上記信号値レベルを求める信号値算出手段を有して構成されたものであることを特徴とする請求項 3 に記載の撮像システム。

【請求項 8】 上記パラメータ算出手段は、

上記撮像素子の温度を測定する温度センサを有して構成されたものであることを特徴とする請求項 3 に記載の撮像システム。

【請求項 9】 上記撮像素子は、OB (Optical Black: オプティカルブラック) 領域を有して構成されたものであって、

上記パラメータ算出手段は、

この OB 領域の信号の分散を算出する分散算出手段と、

この分散算出手段により算出された分散に基づき上記撮像素子の温度を推定する温度推定手段と、

を有して構成されたものであることを特徴とする請求項 3 に記載の撮像システム。

【請求項 10】 上記パラメータ算出手段は、

ISO 感度と露出情報とホワイトバランス情報との内の少なくとも 1 つの情報に基づいて上記ゲインを求めるゲイン算出手段を有して構成されたものであるこ

とを特徴とする請求項 3 に記載の撮像システム。

【請求項 1 1】 上記パラメータ算出手段は、

上記撮影時のシャッタ速度を露出情報から求めるシャッタ速度算出手段を有して構成されたものであることを特徴とする請求項 3 に記載の撮像システム。

【請求項 1 2】 上記ノイズ量算出手段は、パラメータとして、上記信号の信号値レベル  $L$  と、上記撮像素子の温度  $T$  と、上記信号に対するゲイン  $G$  と、撮影時のシャッタ速度  $S$  と、を用いてノイズ量  $N$  を算出するものであって、

上記温度  $T$  とゲイン  $G$  とをパラメータとする 3 つの関数  $a(T, G)$ 、 $b(T, G)$ 、 $c(T, G)$  と、上記シャッタ速度  $S$  をパラメータとする関数  $d(S)$  と、に基づき 4 つの係数  $A$ 、 $B$ 、 $C$ 、 $D$  を各々算出する係数算出手段と、

この係数算出手段により算出された上記 4 つの係数  $A$ 、 $B$ 、 $C$ 、 $D$  で規定される関数式

$$N = (A L^B + C) D$$

に基づいてノイズ量  $N$  を算出する関数演算手段と、

を有して構成されたものであることを特徴とする請求項 3 に記載の撮像システム。

【請求項 1 3】 上記ノイズ量算出手段は、標準のパラメータ値を付与する付与手段をさらに有して構成され、

上記パラメータは、上記パラメータ算出手段により算出された値、または上記付与手段によって付与された標準値、であることを特徴とする請求項 1 2 に記載の撮像システム。

【請求項 1 4】 上記ノイズ量算出手段は、

上記パラメータ算出手段から得られなかったパラメータに関して標準のパラメータ値を付与する付与手段と、

上記パラメータ算出手段または上記付与手段から得られる信号値レベルと温度とゲインとシャッタ速度とを入力としてノイズ量を求めるルックアップテーブル手段と、

を有して構成されたものであることを特徴とする請求項 3 に記載の撮像システム。

【請求項 1 5】 原色または補色の色フィルタを前面に配置した撮像素子からのデジタル化された信号を、該色フィルタ毎の色信号に分離する分離手段と、

上記各色信号に関して、注目画素を含む所定サイズの近傍領域または単位面積中の複数の画素値の平均をとることにより信号値レベルを求める信号値算出手段と、

I S O 感度と露出情報とホワイトバランス情報との内の少なくとも 1 つの情報に基づいて上記信号に対するゲインを求めるゲイン算出手段と、

上記各色信号に関して上記信号値レベルと上記ゲインとを入力としてこれらの入力とノイズ量との対応関係が記述されたルックアップテーブルを参照することによりノイズ量を求めるルックアップテーブル手段と、

上記各色信号に関して上記ノイズ量に基づき、一画素毎に、または複数画素でなる所定の単位面積毎に、微小振幅値を設定する微小振幅値手段と、

上記各色信号に関してこの微小振幅値手段により設定された微小振幅値以下の振幅成分を低減するスムージング手段と、

を具備したことを特徴とする撮像システム。

【請求項 1 6】 コンピュータに、

複数の画素を配列してなる撮像素子からのデジタル化された信号中に含まれるノイズの量を、一画素毎に、または複数画素でなる所定の単位面積毎に、推定するノイズ推定手順と、

このノイズ推定手順により推定されたノイズ量に基づいて、一画素毎に、または複数画素でなる所定の単位面積毎に、ノイズの振幅値を閾値として設定する閾値設定手順と、

この閾値設定手順により設定された閾値以下となる上記信号中の振幅成分を低減するスムージング手順と、

を実行させるための画像処理プログラム。

【請求項 1 7】 コンピュータに、

複数の画素を配列してなる撮像素子からのデジタル化された信号中に含まれるノイズの量を、一画素毎に、または複数画素でなる所定の単位面積毎に、推定するノイズ推定手順と、

このノイズ推定手順により推定されたノイズ量に基づいて、平滑化処理の周波数特性を制御するための制御値を設定する制御値設定手順と、

この制御値設定手順により設定された制御値に基づき上記信号中の特定周波数帯域を低減する平滑化処理を行うスムージング手順と、

を実行させるための画像処理プログラム。

【請求項 1 8】 コンピュータに、

複数の画素を配列してなり O B (Optical Black : オプティカルブラック) 領域を有して構成された撮像素子からのデジタル化された信号中の該 O B 領域の信号の分散を算出する分散算出手順と、

この分散算出手順により算出された分散に基づき上記撮像素子の温度を推定する温度推定手順と、

この温度推定手順により推定された上記撮像素子の温度と、上記信号の信号値レベルと、上記信号に対するゲインと、撮影時のシャッタ速度と、の内の少なくとも 1 つの情報に基づいてパラメータを算出するパラメータ算出手順と、

このパラメータ算出手順により算出されたパラメータに基づいて、上記信号中に含まれると推定されるノイズの量を、一画素毎に、または複数画素でなる所定の単位面積毎に、算出するノイズ量算出手順と、

このノイズ量算出手順により算出されたノイズ量に基づき上記信号中のノイズを低減するノイズ低減手順と、

を実行させるための画像処理プログラム。

【請求項 1 9】 コンピュータに、

複数の画素を配列してなる撮像素子からのデジタル化された信号の信号値レベル  $L$  と、上記撮像素子の温度  $T$  と、上記信号に対するゲイン  $G$  と、撮影時のシャッタ速度  $S$  と、をパラメータとして算出するパラメータ算出手順と、

上記温度  $T$  とゲイン  $G$  とをパラメータとする 3 つの関数  $a(T, G)$  ,  $b(T, G)$  ,  $c(T, G)$  と、上記シャッタ速度  $S$  をパラメータとする関数  $d(S)$  と、に基づき 4 つの係数  $A$  ,  $B$  ,  $C$  ,  $D$  を各々算出する係数算出手順と、

この係数算出手順により算出された上記 4 つの係数  $A$  ,  $B$  ,  $C$  ,  $D$  で規定される関数式

$$N = (A L^B + C) D$$

に基づいて、上記信号中に含まれると推定されるノイズ量Nを、一画素毎に、または複数画素でなる所定の単位面積毎に、算出する関数演算手順と、

この関数演算手順により算出されたノイズ量に基づき上記信号中のノイズを低減するノイズ低減手順と、

を実行させるための画像処理プログラム。

【請求項20】 コンピュータに、

原色または補色の色フィルタを前面に配置した撮像素子からのデジタル化された信号を、該色フィルタ毎の色信号に分離する分離手順と、

上記各色信号に関して、注目画素を含む所定サイズの近傍領域または単位面積中の複数の画素値の平均をとることにより信号値レベルを求める信号値算出手順と、

ISO感度と露出情報とホワイトバランス情報との内の少なくとも1つの情報に基づいて上記信号に対するゲインを求めるゲイン算出手順と、

上記各色信号に関して上記信号値レベルと上記ゲインとを入力としてこれらの入力とノイズ量との対応関係が記述されたルックアップテーブルを参照することによりノイズ量を求めるルックアップテーブル手順と、

上記各色信号に関して上記ノイズ量に基づき、一画素毎に、または複数画素でなる所定の単位面積毎に、微小振幅値を設定する微小振幅値手順と、

上記各色信号に関してこの微小振幅値手順により設定された微小振幅値以下の振幅成分を低減するスムージング手順と、

を実行させるための画像処理プログラム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、撮像システムおよび画像処理プログラム、より詳しくは、撮像素子系に起因するランダムノイズの低減を図る撮像システムおよび画像処理プログラムに関する。

【0002】



## 【従来の技術】

撮像素子とそれに付随するアナログ回路およびA/Dコンバータから得られるデジタル化された信号中には、一般にノイズ成分が含まれており、このノイズ成分は、固定パターンノイズとランダムノイズとに大別することができる。

## 【0003】

上記固定パターンノイズは、欠陥画素などに代表されるような、主に撮像素子に起因するノイズである。

## 【0004】

一方、ランダムノイズは、撮像素子およびアナログ回路において発生するものであり、ホワイトノイズ特性に近い特性を有している。

## 【0005】

後者のランダムノイズに関しては、例えば特開2001-157057号公報において、静的に与えられる定数項 $a$ 、 $b$ 、 $c$ と濃度値に変換した信号レベル $D$ とを用いて、ノイズ量 $N$ を、 $N = a b^{cD}$ により関数化し、この関数から信号レベル $D$ に対するノイズ量 $N$ を推定して、推定したノイズ量 $N$ に基づきフィルタリングの周波数特性を制御する技術が開示されていて、これにより、信号レベルに対して適応的なノイズ低減処理が行われるようになっている。

## 【0006】

また、他の例として、特開2002-57900号公報には、注目画素とその近傍画素との差分値 $\Delta$ を求めて、求めた差分値 $\Delta$ と静的に与えられる定数項 $a$ 、 $b$ とを用いて、移動平均法で用いる平均画素数 $n$ を、 $n = a / (\Delta + b)$ により制御するとともに、求めた差分値 $\Delta$ が所定の閾値以上である場合には移動平均を行わないようにする技術が記載されている。このような技術を用いることにより、エッジなどの原信号を劣化させることなくノイズ低減処理が行われるようにしている。

## 【0007】

## 【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、ノイズ量は撮影時の温度、露光時間、ゲインなどの要因により動的に変化するために、上記特開2001-157057号公報に記載されたよ

うな静的な定数項を用いる技術では、撮影時のノイズ量に合わせた関数化に対応することができず、ノイズ量の推定精度が劣ってしまっていた。また、ノイズ量からフィルタリングの周波数特性を制御するが、このフィルタリングは平坦部分もエッジ部分も区別することなく同等に処理するために、信号レベルに基づきノイズ量が大であると推定された領域にあるエッジ部は劣化することになる。すなわち、原信号とノイズを区別した処理に対応することができず、原信号の保存性が良くないという課題がある。

## 【 0 0 0 8 】

また、特開 2 0 0 2 - 5 7 9 0 0 号公報に記載の技術は、移動平均法を行うか否かの選択を閾値との比較によって行っているが、この閾値も静的に与えられるものであるために、ノイズ量が信号レベルにより異なることに対応できず、平均画素数や移動平均法の選択を最適に制御することはできない。このために、ノイズ成分が残存して原信号の劣化などが発生することになる。

## 【 0 0 0 9 】

本発明は上記事情に鑑みてなされたものであり、画像内のノイズ量を適切に低減して高品質な画像を得ることができる撮像システムおよび画像処理プログラムを提供することを目的としている。

## 【 0 0 1 0 】

## 【課題を解決するための手段】

上記の目的を達成するために、第 1 の発明による撮像システムは、複数の画素を配列してなる撮像素子からのデジタル化された信号中に含まれるノイズの量を一画素毎にまたは複数画素でなる所定の単位面積毎に推定するノイズ推定手段と、このノイズ推定手段により推定されたノイズ量に基づき上記信号中のノイズを低減するノイズ低減手段と、を具備したものである。

## 【 0 0 1 1 】

また、第 2 の発明による撮像システムは、上記第 1 の発明による撮像システムにおいて、上記撮像素子の前面に配置された色フィルタと、該撮像素子から出力される信号をこの色フィルタ毎の信号に分離する分離手段と、をさらに具備したものである。

## 【 0 0 1 2 】

さらに、第 3 の発明による撮像システムは、上記第 1 または第 2 の発明による撮像システムにおいて、上記ノイズ推定手段が、上記信号の信号値レベルと上記撮像素子の温度と上記信号に対するゲインと撮影時のシャッタ速度との内の少なくとも 1 つの情報に基づいてパラメータを算出するパラメータ算出手段と、このパラメータ算出手段により算出されたパラメータに基づいて推定ノイズ量を算出するノイズ量算出手段と、を有して構成されたものである。

## 【 0 0 1 3 】

第 4 の発明による撮像システムは、上記第 1 または第 2 の発明による撮像システムにおいて、上記ノイズ推定手段が、上記推定されたノイズ量に対して上限値を設定する上限値設定手段を有して構成されたものである。

## 【 0 0 1 4 】

第 5 の発明による撮像システムは、上記第 1 または第 2 の発明による撮像システムにおいて、上記ノイズ低減手段が、上記ノイズ推定手段により推定されたノイズ量に基づいて一画素毎にまたは複数画素でなる所定の単位面積毎にノイズの振幅値を閾値として設定する閾値設定手段と、この閾値設定手段により設定された閾値以下となる上記信号中の振幅成分を低減するスムージング手段と、を有して構成されたものである。

## 【 0 0 1 5 】

第 6 の発明による撮像システムは、上記第 1 または第 2 の発明による撮像システムにおいて、上記ノイズ低減手段が、上記ノイズ推定手段により推定されたノイズ量に基づいて平滑化処理の周波数特性を制御するための制御値を設定する制御値設定手段と、この制御値設定手段により設定された制御値に基づき上記信号中の特定周波数帯域を低減する平滑化処理を行うスムージング手段と、を有して構成されたものである。

## 【 0 0 1 6 】

第 7 の発明による撮像システムは、上記第 3 の発明による撮像システムにおいて、上記パラメータ算出手段が、注目画素を含む所定サイズの近傍領域または上記単位面積中の複数の画素値の平均をとることにより上記信号値レベルを求める

信号値算出手段を有して構成されたものである。

【 0 0 1 7 】

第 8 の発明による撮像システムは、上記第 3 の発明による撮像システムにおいて、上記パラメータ算出手段が、上記撮像素子の温度を測定する温度センサを有して構成されたものである。

【 0 0 1 8 】

第 9 の発明による撮像システムは、上記第 3 の発明による撮像システムにおいて、上記撮像素子が、OB (Optical Black: オプティカルブラック) 領域を有して構成されたものであって、上記パラメータ算出手段は、この OB 領域の信号の分散を算出する分散算出手段と、この分散算出手段により算出された分散に基づき上記撮像素子の温度を推定する温度推定手段と、を有して構成されたものである。

【 0 0 1 9 】

第 1 0 の発明による撮像システムは、上記第 3 の発明による撮像システムにおいて、上記パラメータ算出手段が、ISO 感度と露出情報とホワイトバランス情報との内の少なくとも 1 つの情報に基づいて上記ゲインを求めるゲイン算出手段を有して構成されたものである。

【 0 0 2 0 】

第 1 1 の発明による撮像システムは、上記第 3 の発明による撮像システムにおいて、上記パラメータ算出手段が、上記撮影時のシャッタ速度を露出情報から求めるシャッタ速度算出手段を有して構成されたものである。

【 0 0 2 1 】

第 1 2 の発明による撮像システムは、上記第 3 の発明による撮像システムにおいて、上記ノイズ量算出手段が、パラメータとして上記信号の信号値レベル  $L$  と上記撮像素子の温度  $T$  と上記信号に対するゲイン  $G$  と撮影時のシャッタ速度  $S$  とを用いてノイズ量  $N$  を算出するものであって、上記温度  $T$  とゲイン  $G$  とをパラメータとする 3 つの関数  $a(T, G)$ 、 $b(T, G)$ 、 $c(T, G)$  と上記シャッタ速度  $S$  をパラメータとする関数  $d(S)$  とに基づき 4 つの係数  $A$ 、 $B$ 、 $C$ 、 $D$  を各々算出する係数算出手段と、この係数算出手段により算出された上記 4 つの

係数 A, B, C, D で規定される関数式

$$N = (A L^B + C) D$$

に基づいてノイズ量 N を算出する関数演算手段と、を有して構成されたものである。

#### 【 0 0 2 2 】

第 1 3 の発明による撮像システムは、上記第 1 2 の発明による撮像システムにおいて、上記ノイズ量算出手段が、標準のパラメータ値を付与する付与手段をさらに有して構成され、上記パラメータは、上記パラメータ算出手段により算出された値または上記付与手段によって付与された標準値である。

#### 【 0 0 2 3 】

第 1 4 の発明による撮像システムは、上記第 3 の発明による撮像システムにおいて、上記ノイズ量算出手段が、上記パラメータ算出手段から得られなかったパラメータに関して標準のパラメータ値を付与する付与手段と、上記パラメータ算出手段または上記付与手段から得られる信号値レベルと温度とゲインとシャッタ速度とを入力としてノイズ量を求めるルックアップテーブル手段と、を有して構成されたものである。

#### 【 0 0 2 4 】

第 1 5 の発明による撮像システムは、原色または補色の色フィルタを前面に配置した撮像素子からのデジタル化された信号を該色フィルタ毎の色信号に分離する分離手段と、上記各色信号に関して注目画素を含む所定サイズの近傍領域または単位面積中の複数の画素値の平均をとることにより信号値レベルを求める信号値算出手段と、ISO 感度と露出情報とホワイトバランス情報との内の少なくとも 1 つの情報に基づいて上記信号に対するゲインを求めるゲイン算出手段と、上記各色信号に関して上記信号値レベルと上記ゲインとを入力としてこれらの入力とノイズ量との対応関係が記述されたルックアップテーブルを参照することによりノイズ量を求めるルックアップテーブル手段と、上記各色信号に関して上記ノイズ量に基づき一画素毎にまたは複数画素でなる所定の単位面積毎に微小振幅値を設定する微小振幅値手段と、上記各色信号に関してこの微小振幅値手段により設定された微小振幅値以下の振幅成分を低減するスムージング手段と、を具備し

たものである。

【 0 0 2 5 】

第 1 6 の発明による画像処理プログラムは、コンピュータに、複数の画素を配列してなる撮像素子からのデジタル化された信号中に含まれるノイズの量を一面素毎にまたは複数画素でなる所定の単位面積毎に推定するノイズ推定手順と、このノイズ推定手順により推定されたノイズ量に基づいて一面素毎にまたは複数画素でなる所定の単位面積毎にノイズの振幅値を閾値として設定する閾値設定手順と、この閾値設定手順により設定された閾値以下となる上記信号中の振幅成分を低減するスムージング手順と、を実行させるための画像処理プログラムである。

【 0 0 2 6 】

第 1 7 の発明による画像処理プログラムは、コンピュータに、複数の画素を配列してなる撮像素子からのデジタル化された信号中に含まれるノイズの量を一面素毎にまたは複数画素でなる所定の単位面積毎に推定するノイズ推定手順と、このノイズ推定手順により推定されたノイズ量に基づいて平滑化処理の周波数特性を制御するための制御値を設定する制御値設定手順と、この制御値設定手順により設定された制御値に基づき上記信号中の特定周波数帯域を低減する平滑化処理を行うスムージング手順と、を実行させるための画像処理プログラムである。

【 0 0 2 7 】

第 1 8 の発明による画像処理プログラムは、コンピュータに、複数の画素を配列してなり O B (Optical Black : オプティカルブラック) 領域を有して構成された撮像素子からのデジタル化された信号中の該 O B 領域の信号の分散を算出する分散算出手順と、この分散算出手順により算出された分散に基づき上記撮像素子の温度を推定する温度推定手順と、この温度推定手順により推定された上記撮像素子の温度と上記信号の信号値レベルと上記信号に対するゲインと撮影時のシャッタ速度との内の少なくとも 1 つの情報に基づいてパラメータを算出するパラメータ算出手順と、このパラメータ算出手順により算出されたパラメータに基づいて上記信号中に含まれると推定されるノイズの量を一面素毎にまたは複数画素でなる所定の単位面積毎に算出するノイズ量算出手順と、このノイズ量算出手順により算出されたノイズ量に基づき上記信号中のノイズを低減するノイズ低減手

順と、を実行させるための画像処理プログラムである。

【 0 0 2 8 】

第 1 9 の発明による画像処理プログラムは、コンピュータに、複数の画素を配列してなる撮像素子からのデジタル化された信号の信号値レベル  $L$  と上記撮像素子の温度  $T$  と上記信号に対するゲイン  $G$  と撮影時のシャッタ速度  $S$  とをパラメータとして算出するパラメータ算出手順と、上記温度  $T$  とゲイン  $G$  とをパラメータとする 3 つの関数  $a(T, G)$  ,  $b(T, G)$  ,  $c(T, G)$  と上記シャッタ速度  $S$  をパラメータとする関数  $d(S)$  とに基づき 4 つの係数  $A$  ,  $B$  ,  $C$  ,  $D$  を各々算出する係数算出手順と、この係数算出手順により算出された上記 4 つの係数  $A$  ,  $B$  ,  $C$  ,  $D$  で規定される関数式

$$N = (A L^B + C) D$$

に基づいて上記信号中に含まれると推定されるノイズ量  $N$  を一画素毎にまたは複数画素でなる所定の単位面積毎に算出する関数演算手順と、この関数演算手順により算出されたノイズ量に基づき上記信号中のノイズを低減するノイズ低減手順と、を実行させるための画像処理プログラムである。

【 0 0 2 9 】

第 2 0 の発明による画像処理プログラムは、コンピュータに、原色または補色の色フィルタを前面に配置した撮像素子からのデジタル化された信号を該色フィルタ毎の色信号に分離する分離手順と、上記各色信号に関して注目画素を含む所定サイズの近傍領域または単位面積中の複数の画素値の平均をとることにより信号値レベルを求める信号値算出手順と、ISO 感度と露出情報とホワイトバランス情報との内の少なくとも 1 つの情報に基づいて上記信号に対するゲインを求めるゲイン算出手順と、上記各色信号に関して上記信号値レベルと上記ゲインとを入力としてこれらの入力とノイズ量との対応関係が記述されたルックアップテーブルを参照することによりノイズ量を求めるルックアップテーブル手順と、上記各色信号に関して上記ノイズ量に基づき一画素毎にまたは複数画素でなる所定の単位面積毎に微小振幅値を設定する微小振幅値手順と、上記各色信号に関してこの微小振幅値手順により設定された微小振幅値以下の振幅成分を低減するスムージング手順と、を実行させるための画像処理プログラムである。

## 【 0 0 3 0 】

## 【発明の実施の形態】

以下、図面を参照して本発明の実施の形態を説明する。

図 1 から図 7 は本発明の第 1 の実施形態を示したものであり、図 1 は撮像システムの構成を示すブロック図、図 2 はノイズ推定部の構成を示すブロック図、図 3 は O B 領域の配置例を示す図、図 4 は O B 領域の分散と撮像素子の温度との関係を示す線図、図 5 はノイズ量の定式化を説明するための線図、図 6 はノイズ量の定式化に用いるパラメータを説明するための線図、図 7 はノイズ低減部の構成を示すブロック図である。

## 【 0 0 3 1 】

この撮像システムは、図 1 に示すように、被写体像を結像するためのレンズ系 1 と、このレンズ系 1 内に配置されていて該レンズ系 1 における光束の通過範囲を規定するための絞り 2 と、上記レンズ系 1 による結像光束から不要な高周波成分を除去するためのローパスフィルタ 3 と、このローパスフィルタ 3 を介して結像される光学的な被写体像を光電変換して電気的な画像信号を出力する白黒用の撮像素子たる CCD 4 と、この CCD 4 から出力される画像信号に相関二重サンプリングを行う CDS (Correlated Double Sampling) 5 と、この CDS 5 から出力される信号を増幅する増幅器 6 と、この増幅器 6 により増幅されたアナログの画像信号をデジタル信号へ変換する A/D 変換器 7 と、この A/D 変換器 7 から出力されたデジタルの画像データを一時的に記憶する画像用バッファ 8 と、この画像用バッファ 8 に記憶された画像データに基づき被写体に関する測光評価を行いその評価結果に基づき上記絞り 2、CCD 4、増幅器 6 の制御を行う測光評価部 9 と、上記画像用バッファ 8 に記憶された画像データに基づき合焦点検出を行い検出結果に基づき後述する AF モータ 11 を駆動する合焦点検出部 10 と、この合焦点検出部 10 により制御されて上記レンズ系 1 に含まれるフォーカスレンズ等の駆動を行う AF モータ 11 と、上記画像用バッファ 8 に記憶された画像データに基づき後で詳しく説明するようにノイズ推定を行うノイズ推定手段たるノイズ推定部 13 と、このノイズ推定部 13 による推定結果を用いて上記画像用バッファ 8 から読み出した画像データのノイズ低減を行うノイズ低減手段たるノ



イズ低減部 1 2 と、このノイズ低減部 1 2 から出力される画像データを処理する信号処理部 1 4 と、この信号処理部 1 4 からの画像データを例えばメモリカード等に記録するために出力する出力部 1 5 と、電源スイッチ、シャッターボタン、各種の撮影モードを切り替えるためモードスイッチ等へのインターフェースを備えた外部 I / F 部 1 7 と、上記 C D S 5，増幅器 6，A / D 変換器 7，測光評価部 9，合焦点検出部 1 0，ノイズ低減部 1 2，ノイズ推定部 1 3，信号処理部 1 4，出力部 1 5，外部 I / F 部 1 7 に双方向に接続されていてこれらを含むこの撮像システムを統合的に制御するマイクロコンピュータ等である制御手段であってパラメータ算出手段とシャッター速度算出手段とを兼ねた制御部 1 6 と、を有して構成されている。

#### 【 0 0 3 2 】

次に、図 1 に示したような撮像システムにおける信号の流れについて説明する。

#### 【 0 0 3 3 】

この撮像システムは、外部 I / F 部 1 7 を介して I S O 感度などの撮影条件を設定することができるように構成されており、これらの設定がなされた後に、2 段式の押しボタンスイッチであるシャッターボタンを半押しすることにより、プリ撮像モードに入る。

#### 【 0 0 3 4 】

上記レンズ系 1，絞り 2，ローパスフィルタ 3 を介して C C D 4 により撮影され出力された映像信号は、C D S 5 において、公知の相関二重サンプリングによりアナログ信号として読み出される。

#### 【 0 0 3 5 】

このアナログ信号は、増幅器 6 により所定量だけ増幅されて、A / D 変換器 7 によりデジタル信号へ変換され、画像用バッファ 8 へ転送される。

#### 【 0 0 3 6 】

画像用バッファ 8 内の映像信号は、その後に、測光評価部 9 と合焦点検出部 1 0 とへ転送される。

#### 【 0 0 3 7 】

測光評価部 9 は、画像中の輝度レベルを求めて、設定された ISO 感度や手ぶれ限界のシャッタ速度などを考慮し、適正露光となるように絞り 2 による絞り値や CCD 4 の電子シャッタ速度や増幅器 6 の増幅率などを制御する。

## 【 0 0 3 8 】

また、合焦点検出部 1 0 は、画像中のエッジ強度を検出して、このエッジ強度が最大となるように AF モータ 1 1 を制御し合焦点画像を得る。

## 【 0 0 3 9 】

このようなプリ撮像モードを行うことにより本撮影の準備が整ったところで、次に、シャッタボタンが全押しにされたことを外部 I / F 部 1 7 を介して検出すると、本撮影が行われる。

## 【 0 0 4 0 】

この本撮影は、測光評価部 9 により求められた露光条件と合焦点検出部 1 0 により求められた合焦条件とに基づいて行われ、これらの撮影時の条件は制御部 1 6 へ転送される。

## 【 0 0 4 1 】

こうして本撮影が行われると、映像信号が、プリ撮像のときと同様に、画像用バッファ 8 へ転送され記憶される。

## 【 0 0 4 2 】

この画像用バッファ 8 内の映像信号は、ノイズ推定部 1 3 へ転送されるが、該ノイズ推定部 1 3 へは、さらに、制御部 1 6 を介して、測光評価部 9 により求められた露光条件や外部 I / F 部 1 7 により設定された ISO 感度などの撮影条件も合わせて転送される。

## 【 0 0 4 3 】

ノイズ推定部 1 3 は、上記情報と映像信号とに基づき、所定サイズ毎に、例えば本実施形態においては画素毎に（画素単位で）、ノイズ量を算出し、算出したノイズ量をノイズ低減部 1 2 へ転送する。このノイズ推定部 1 3 におけるノイズ量の算出は、制御部 1 6 の制御に基づいて、ノイズ低減部 1 2 の処理と同期して行われる。

## 【 0 0 4 4 】

ノイズ低減部 1 2 は、ノイズ推定部 1 3 により算出されたノイズ量に基づいて、画像用バッファ 8 内の映像信号に対してノイズ低減処理を行い、処理後の映像信号を信号処理部 1 4 へ転送する。

## 【 0 0 4 5 】

信号処理部 1 4 は、制御部 1 6 の制御に基づき、ノイズ低減後の映像信号に対して、公知の強調処理や圧縮処理などを行い、処理後の映像信号を出力部 1 5 へ転送する。

## 【 0 0 4 6 】

出力部 1 5 は、受け取った映像信号を、メモリーカードなどへ記録し保存する。

## 【 0 0 4 7 】

次に、図 2 を参照してノイズ推定部 1 3 の構成の一例について説明する。

## 【 0 0 4 8 】

このノイズ推定部 1 3 は、制御部 1 6 の制御に基づき画像用バッファ 8 に記憶された映像信号から例えば図 3 (A) に示したように CCD 4 の画像領域の右側に設けられた OB (オプティカルブラック) 領域の信号を抽出する OB 領域抽出部 2 1 と、この OB 領域抽出部 2 1 により抽出された OB 領域の信号を記憶する第 1 バッファ 2 2 と、この第 1 バッファ 2 2 に記憶された OB 領域の信号を読み出して分散値を算出しさらに上記制御部 1 6 から転送される露光条件に関する情報を用いて上記増幅器 6 の増幅量に対する補正を該分散値に行う分散算出手段たる分散算出部 2 3 と、予め計測された分散値と撮像素子の温度との関係が記録されている温度推定手段たる温度推定用 ROM 2 5 と、上記分散算出部 2 3 から出力された分散値とこの温度推定用 ROM 2 5 からの情報とに基づき撮像素子の温度を求めるパラメータ算出手段であり温度推定手段たる温度推定部 2 4 と、上記画像用バッファ 8 に記憶された映像信号から所定位置における所定サイズの局所領域を抽出する信号値算出手段たる局所領域抽出部 2 6 と、この局所領域抽出部 2 6 により抽出された局所領域の信号を記憶する第 2 バッファ 2 7 と、この第 2 バッファ 2 7 に記憶された局所領域の信号を読み出して平均値を算出し注目画素の信号値レベルとして出力するパラメータ算出手段であり信号値算出手段たる平

均算出部 2 8 と、上記制御部 1 6 から転送される露光条件に関する情報（ISO 感度、露出情報、ホワイトバランス情報など）に基づいて上記増幅器 6 の増幅量を算出するパラメータ算出手段でありゲイン算出手段たるゲイン算出部 2 9 と、何れかのパラメータが省略された場合に標準値を付与する付与手段たる標準値付与部 3 0 と、ノイズ量を推定する際に用いる後述する関数に係るパラメータを記憶する係数算出手段たるパラメータ用 ROM 3 2 と、このパラメータ用 ROM 3 2 から読み出されるパラメータと上記温度推定部 2 4 または上記標準値付与部 3 0 から出力される撮像素子の温度と上記平均算出部 2 8 または上記標準値付与部 3 0 から出力される信号値レベルと上記ゲイン算出部 2 9 または上記標準値付与部 3 0 から出力される増幅量と上記制御部 1 6 または上記標準値付与部 3 0 から出力されるシャッタ速度との情報に基づき注目画素のノイズ量を所定の式により推定するノイズ量算出手段であり係数算出手段たる係数算出部 3 1 と、この係数算出部 3 1 から出力される係数を用いて後述するように定式化される関数を用いノイズ量を算出するノイズ量算出手段であり関数演算手段たる関数算出部 3 3 と、この関数算出部 3 3 から出力されるノイズ量が所定の閾値以上とならないように制限を課して上記ノイズ低減部 1 2 へ出力する上限値設定手段たる上限設定部 3 4 と、を有して構成されている。

#### 【 0 0 4 9 】

上記局所領域抽出部 2 6 は、本実施形態においては、後で説明するノイズ低減部 1 2 の処理が水平方向と垂直方向とに分離しているために、水平方向処理の場合は例えば 4 × 1 サイズ単位で、垂直方向処理の場合は例えば 1 × 4 サイズ単位で、画像全面を順次走査しながら抽出を行うようになっている。この局所領域抽出部 2 6 による処理は、ノイズ低減部 1 2 の処理と同期して行われる。

#### 【 0 0 5 0 】

また、上限設定部 3 4 は、理論的なノイズ量に対する低減処理が、主観的に過剰となってしまう場合を考慮して設けられたものである。すなわち、ノイズ量が大きい場合に、これを完全に取り除こうとすると、原信号が損なわれて、主観的には画質がむしろ劣化したと感じられることがある。従って、ノイズ成分が残存することになっても原信号の保存性を優先させて、トータルの画質を高くするよ

うにしたものである。なお、この上限設定部 3 4 の機能は、外部 I / F 部 1 7 から操作することにより、制御部 1 6 によって停止させることも可能となっている。

【 0 0 5 1 】

さらに、上記制御部 1 6 は、上記 O B 領域抽出部 2 1、分散算出部 2 3、温度推定部 2 4、局所領域抽出部 2 6、平均算出部 2 8、ゲイン算出部 2 9、標準値付与部 3 0、係数算出部 3 1、関数算出部 3 3、上限設定部 3 4 に対して双方向に接続されており、これらを制御するようになっている。

【 0 0 5 2 】

図 4 を参照して、上記温度推定部 2 4 において推定される O B 領域の分散と撮像素子の温度との関係について説明する。

【 0 0 5 3 】

図示のように、撮像素子の温度は、O B 領域の分散が大きくなるに従って、カーブを描きながら単調増加して、上昇して行くことが分かる。

【 0 0 5 4 】

入射光のない O B 領域でのランダムノイズは、暗電流ノイズが支配的となっており、この暗電流ノイズは、撮像素子の温度に関係している。

【 0 0 5 5 】

そのために、O B 領域のランダムノイズを分散値として算出して、この分散値と撮像素子の温度変化との関係を事前に計測して温度推定用 R O M 2 5 に記憶させておく。これにより、温度推定部 2 4 は、分散算出部 2 3 により算出された分散値から、温度推定用 R O M 2 5 に記憶された対応関係を用いて、撮像素子である C C D 4 の温度を推定することが可能となる。

【 0 0 5 6 】

なお、上述では、撮像素子の温度は素子上のどの位置でも同一であると見なし、一つの温度だけを求めたが、これに限定される必要はなく、素子上の各点における局所的な温度を求めるようにしても構わない。

【 0 0 5 7 】

例えば、図 3 ( B ) に示すように、O B 領域を画像領域の四辺に配置して、画

像中の特定ブロックに関して、該当する上端、下端、左端、右端のそれぞれに位置するOB領域の分散値を求め、これらの分散値を線形補間することにより特定ブロックに対する分散値を求めるようにしても良い。これにより、撮像素子の温度が不均一となる場合にも、精度の高い温度推定を行うことが可能となる。

## 【0058】

次に、図5を参照して、係数算出部31が注目画素のノイズ量を推定する際に用いるノイズ量の定式化について説明する。

## 【0059】

信号値レベルLに対するノイズ量Nの関数は、以下の数式1に示すように定式化される。

## 【数1】

$$N = A L^B + C$$

ここに、A、B、Cは定数項であり、信号値レベルLのべき乗をなす関数に定数項が付加されたものとなっている。

## 【0060】

このような関数の、例えば $A > 0$ 、 $0 < B < 1$ 、 $C > 0$ であるときの概形をプロットすると、図5(A)に示すような形状となる。

## 【0061】

しかしながら、ノイズ量Nは信号値レベルLにのみ依存するのではなく、それ以外にも、撮像素子であるCCD4の温度や増幅器6のゲインによっても変化する。従って、これらの要因も考慮に入れたものが、図5(B)に示す例となっている。

## 【0062】

すなわち、上記数式1では定数項であったA、B、Cの代わりに、数式2に示すように、温度TとゲインGとをパラメータとする $a(T, G)$ 、 $b(T, G)$ 、 $c(T, G)$ を導入する。

## 【数2】

$$N = a(T, G) L^{b(T, G)} + c(T, G)$$

## 【0063】

この数式 2 により示される曲線を、複数の温度  $T$ （図示の例では温度  $T_1 \sim T_3$ ）における複数のゲイン  $G$ （図示の例では 1, 2, 4 倍）の場合にプロットしたのが図 5（B）である。

## 【 0 0 6 4 】

図 5（B）は、独立変数を信号値レベル  $L$ 、従属変数をノイズ量  $N$  として表したものであるが、パラメータである温度  $T$  をこれらの変数に直交する方向に座標軸としてプロットしている。従って、 $T = T_1$  で表される平面内、 $T = T_2$  で表される平面内、 $T = T_3$  で表される平面内、のそれぞれで、信号値レベル  $L$  によるノイズ量  $N$  を読み取ることになる。このとき、さらに、パラメータであるゲイン  $G$  による曲線形状の変化を、各平面内で複数本の曲線を描くことにより表している。

## 【 0 0 6 5 】

各パラメータで示される個々の曲線は、図 5（A）に示したような数式 1 による曲線とほぼ類似した形態をなしているが、当然にして、各係数  $a$ ,  $b$ ,  $c$  は、温度  $T$  やゲイン  $G$  の各値に応じて異なっている。

## 【 0 0 6 6 】

図 6（A）は上記関数  $a(T, G)$  の、図 6（B）は上記関数  $b(T, G)$  の、図 6（C）は上記関数  $c(T, G)$  の特性の概略の様子をそれぞれ示したものである。

## 【 0 0 6 7 】

これらの各関数は、温度  $T$  とゲイン  $G$  とを独立変数とする 2 変数関数であるために、図 6（A）～図 6（C）は 3 次元座標としてプロットされており、このプロットされた空間における曲面となっている。ただし、ここでは具体的な曲面形状を図示する代わりに、曲線を用いて大まかな特性変化の様子を示している。

## 【 0 0 6 8 】

このような関数  $a$ ,  $b$ ,  $c$  に温度  $T$  とゲイン  $G$  とをパラメータとして入力することにより、各定数項  $A$ ,  $B$ ,  $C$  が出力される。そして、これらの関数の具体的な形状は、事前に、CCD 4 や増幅器 6 を含む撮像素子系の特性を測定することにより、容易に取得することができる。

## 【 0 0 6 9 】

ところで、ランダムノイズには、露光時間が長くなるにつれて増加する傾向がある。このために、同一の露光量であっても、シャッタ速度と絞り値との組み合わせが異なると、発生するノイズ量に差異が生じることがある。従って、このような差異も考慮に入れて補正を行う例について、図 6 (D) を参照して説明する。

## 【 0 0 7 0 】

ここでは、シャッタ速度  $S$  をパラメータとする補正係数  $d(S)$  を導入して、この補正係数を数式 2 に乗算する手段により、数式 3 に示すような定式化による補正を行うようにしている。

## 【数 3】

$$N = \{ a(T, G) L^{b(T, G)} + c(T, G) \} d(S)$$

## 【 0 0 7 1 】

この補正係数  $d(S)$  の関数形状は、事前に撮像素子系の特性を測定することにより得られるが、例えば図 6 (D) に示すような形状をなしている。図 6 (D) は、シャッタ速度  $S$  に対するノイズ量の増分  $D$  の様子を示している。

## 【 0 0 7 2 】

この図 6 (D) に示すように、ノイズ量の増分  $D$  は、シャッタ速度  $S$  がある閾値  $S_{TH}$  よりも小さくなる（長時間露光になる）と急速に上昇する性質がある。従って、シャッタ速度  $S$  がこの閾値  $S_{TH}$  以上であるか以下であるかの 2 通りに分けて、長時間露光の場合には関数でなる  $d(S)$  を用いるが、短時間露光となる場合には固定的な係数を用いるように簡略化しても構わない。

## 【 0 0 7 3 】

上述したような 4 つの関数  $a(T, G)$  ,  $b(T, G)$  ,  $c(T, G)$  ,  $d(S)$  は、上記パラメータ用 ROM 3 2 に記録される。なお、シャッタ速度に対する補正は、必ずしも関数として用意する必要はなく、その他の手段、例えばテーブルなどとして用意しても構わない。

## 【 0 0 7 4 】

係数算出部 3 1 は、動的に取得された（または標準値付与部 3 0 から取得され



た) 温度 $T$ , ゲイン $G$ , シャッタ速度 $S$ を入力パラメータとして、パラメータ用 ROM 3 2 に記録されている 4 つの関数を用いて各係数 $A$ ,  $B$ ,  $C$ ,  $D$ を算出する。

#### 【 0 0 7 5 】

関数算出部 3 3 は、この係数算出部 3 1 による算出された各係数 $A$ ,  $B$ ,  $C$ ,  $D$ を、上記数式 3 に適用することにより、ノイズ量 $N$ を算出するための関数形状を決定して、該係数算出部 3 1 を介して上記平均算出部 2 8 から出力される信号値レベル $L$ によりノイズ量 $N$ を算出するようになっている。

#### 【 0 0 7 6 】

このとき、温度 $T$ , ゲイン $G$ , シャッタ速度 $S$ 等の各パラメータを、必ずしも撮影毎に求める必要はない。例えば、温度 $T$ は、電源投入時から一定時間が経過すれば安定するために、安定した後に温度推定部 2 4 において算出した温度情報を制御部 1 6 が標準値付与部 3 0 に記憶させておき、以後の算出過程を省略してこの標準値付与部 3 0 から読み出した温度情報を用いるようにすることも可能である。こうして標準値付与部 3 0 は、温度推定部 2 4、平均算出部 2 8、ゲイン算出部 2 9、制御部 1 6 などからのパラメータが得られない場合に、標準的なパラメータを設定して出力するものとなっていて、これにより、処理の高速化や省電力化などを図ることが可能である。なお、標準値付与部 3 0 は、それ以外に必要とされるパラメータについても、標準的な値を出力することができるようになっている。

#### 【 0 0 7 7 】

次に、図 7 を参照してノイズ低減部 1 2 の構成の一例について説明する。

#### 【 0 0 7 8 】

このノイズ低減部 1 2 は、上記画像用バッファ 8 から水平ライン単位で順次映像信号を抽出する水平ライン抽出部 4 1 と、この水平ライン抽出部 4 1 により抽出された水平ラインの映像信号に対して画素単位で走査して行き後述する閾値設定部 4 6 からの閾値をノイズ量として公知のヒステリシススムージングを行うスムージング手段たる第 1 スムージング部 4 2 と、この第 1 スムージング部 4 2 によりスムージングされた水平ラインを順次記憶して行くことにより 1 画面分の映

像信号を記憶するバッファ43と、このバッファ43に1画面分の映像信号が蓄積された後に該バッファ43から垂直ライン単位で順次映像信号を抽出する垂直ライン抽出部44と、この垂直ライン抽出部44により抽出された垂直ラインの映像信号に対して画素単位で走査して行き後述する閾値設定部46からの閾値をノイズ量として公知のヒステリシススムージングを行って上記信号処理部14へ順次出力するスムージング手段たる第2スムージング部45と、上記ノイズ推定部13により推定されたノイズ量を上記水平ライン抽出部41により抽出された水平ラインまたは上記垂直ライン抽出部44により抽出された垂直ラインに応じて画素単位で取得してノイズの振幅値を閾値（微小振幅値）として設定し上記第1スムージング部42または上記第2スムージング部45に出力する閾値設定手段たる閾値設定部46と、を有して構成されている。

## 【0079】

ここに、上記第1、第2スムージング部42、45におけるヒステリシススムージングは、制御部16の制御により、ノイズ推定部13の動作および閾値設定部46の動作と同期して行われるようになっている。

## 【0080】

また、上記制御部16は、上記水平ライン抽出部41、垂直ライン抽出部44、閾値設定部46に対して双方向に接続されており、これらを制御するようになっている。

## 【0081】

なお、上述ではノイズ量を画素単位で推定していたが、これに限るものではなく、例えば2×2画素や4×4画素などの任意の所定の単位面積毎にノイズ量を推定するようにしても構わない。この場合には、ノイズ推定精度は低下することになるが、その一方で、より高速な処理が可能となる利点がある。

## 【0082】

このような第1の実施形態によれば、一画素毎または単位面積毎にノイズ量を推定し、局所的なノイズ量に合わせたノイズ低減処理を行っているために、明部から暗部にかけて最適なノイズ低減が可能になり高品位な画像を得ることができる。

## 【 0 0 8 3 】

また、ノイズ量に関係する各種パラメータを撮影毎に動的に求めて、これらのパラメータからノイズ量を算出しているために、撮影毎に異なる条件に動的に適応して、高精度なノイズ量の推定が可能となる。

## 【 0 0 8 4 】

さらに、ノイズ量を閾値として設定して、この閾値以下の信号をノイズとして除去しているために、それ以上の信号は原信号として保存され、エッジ部が劣化することのないノイズのみが低減された高品位な画像を得ることができる。

## 【 0 0 8 5 】

そして、算出されたノイズ量に対して、所定の上限值を超えないように制限を課しているために、過剰なノイズ低減処理を防止して、原信号のエッジ成分に対する保存性を確保することができる。このとき、上限値を設定するか否かを操作により設定することができるために、より主観的に良い画質が得られる方を選択することができる。

## 【 0 0 8 6 】

加えて、注目画素の近傍領域で平均化することにより注目画素の信号レベルを取得しているために、ノイズ成分の影響を減らすことができ、高精度なノイズ量の推定が可能となる。

## 【 0 0 8 7 】

また、撮像素子の O B 領域の分散値から該撮像素子の温度を推定してノイズ量推定のパラメータとしているために、撮影時の温度変化に動的に適応して、高精度にノイズ量を推定することが可能となる。このとき、O B 領域を利用しているために、低コストな撮像システムを実現することができる。

## 【 0 0 8 8 】

I S O 感度、露出情報、ホワイトバランス情報に基づき撮影時のゲイン量を求めてノイズ量推定のパラメータとしているために、撮影時のゲイン変化に動的に適応して高精度にノイズ量を推定することが可能となる。

## 【 0 0 8 9 】

使用するシャッタ速度に対応してノイズに関する補正量を求めているために、

撮影時のシャッタ速度に動的に適應して、長時間露光時に増加するノイズに対しても高精度にノイズ量を推定することが可能となる。

#### 【 0 0 9 0 】

撮影時に得られなかったパラメータに対して標準値を設定し、得られたパラメータと共にノイズ量算出の係数を求めて、この係数からノイズ量を算出しているために、撮影時に必要となるパラメータが得られない場合でもノイズ量を推定することが可能となり、安定したノイズ低減効果を得ることができる。また、ノイズ量の算出に関数を用いているために、必要となるメモリ量が少なく、低コスト化を図ることが可能となる。さらに、一部のパラメータ算出を意図的に省略することにより、低コスト化および省電力化を図ることも可能となる。

#### 【 0 0 9 1 】

こうして本実施形態によれば、ノイズ量に影響を与える要因が動的に変化しても、それに対応してノイズ量を適應的に低減することができ、高品質な画像を得ることができる。

#### 【 0 0 9 2 】

図 8 から図 1 2 は本発明の第 2 の実施形態を示したものであり、図 8 は撮像システムの構成を示すブロック図、図 9 は色フィルタにおける原色ベイヤー型のフィルタ構成を示す図、図 1 0 はノイズ推定部の構成を示すブロック図、図 1 1 はノイズ低減部の構成を示すブロック図、図 1 2 はコンピュータにおいて画像処理プログラムにより行われるノイズ低減処理を示すフローチャートである。

#### 【 0 0 9 3 】

この第 2 の実施形態において、上述の第 1 の実施形態と同様である部分については同一の符号を付して説明を省略し、主として異なる点についてのみ説明する。

#### 【 0 0 9 4 】

この第 2 の実施形態の撮像システムは、図 8 に示すように、上述した第 1 の実施形態の構成に加えて、上記 CCD 4 の前面に配置された例えば原色ベイヤー型の色フィルタ 5 1 と、該 CCD 4 の近傍に配置されていて該 CCD 4 の温度をリアルタイムに計測して計測結果を上記制御部 1 6 へ出力するためのパラメータ算

出手段を構成する温度センサ 5 2 と、上記画像用バッファ 8 に記憶された映像信号に基づき簡易的なホワイトバランス検出を行いその結果に基づいて上記増幅器 6 を制御するプレWB部 5 3 と、上記画像用バッファ 8 に記憶された映像信号を読み出して色信号の分離を行い上記ノイズ低減部 1 2 と上記ノイズ推定部 1 3 とへ出力する分離手段たる色信号分離部 5 4 と、が備えられたものとなっていて、プレWB部 5 3 と色信号分離部 5 4 とは上記制御部 1 6 に双方向に接続されて制御されるようになっている。

## 【 0 0 9 5 】

この図 8 に示したような撮像システムにおける信号の流れは、上述した第 1 の実施形態と基本的に同様であり、異なる部分についてのみ説明する。

## 【 0 0 9 6 】

シャッターボタンを半押しすることにより、プリ撮像モードに入ると、色フィルタ 5 1 を介した被写体像が CCD 4 により撮像されて映像信号として出力される。

## 【 0 0 9 7 】

この映像信号は、第 1 の実施形態で説明したような処理がなされてデジタルの映像信号として画像用バッファ 8 に記憶される。この画像用バッファ 8 に記憶された映像信号は、上記測光評価部 9 や合焦点検出部 1 0 へ転送されるとともに、さらにプレWB部 5 3 へも転送される。

## 【 0 0 9 8 】

このプレWB部 5 3 は、映像信号中の所定輝度レベルの信号を色信号毎に積算することにより、簡易ホワイトバランス係数を算出して増幅器 6 へ転送する。

## 【 0 0 9 9 】

増幅器 6 は、プレWB部 5 3 から受け取った簡易ホワイトバランス係数を用いて、色信号毎に異なるゲインを乗算することにより、ホワイトバランス調整を行う。

## 【 0 1 0 0 】

次に、シャッターボタンを全押しにしたことが検出されると、測光評価部 9 により求められた露光条件と合焦点検出部 1 0 により求められた合焦条件とプレWB

部 5 3 により求められたホワイトバランス係数とに基づいて本撮影が行われるとともに、これらの撮影条件が制御部 1 6 へ転送される。

【 0 1 0 1 】

本撮影により取得された映像信号は、画像用バッファ 8 に記憶された後に、色信号分離部 5 4 へ転送されて、色フィルタの色毎に分離される。

【 0 1 0 2 】

CCD 4 の前面に配置される上記色フィルタ 5 1 のフィルタ構成は、上述したように、例えば図 9 に示すような原色ベイヤー (Bayer) 型、つまり、 $2 \times 2$  画素を基本単位として、対角位置に緑 (G 1, G 2) のフィルタが配置され、残りの対角位置に赤 (R) と青 (B) のフィルタが配置されるものとなっている。なお、緑フィルタ G 1, G 2 は同一の光学特性のフィルタであるが、ここでは処理の便宜上、G 1, G 2 として区別している。

【 0 1 0 3 】

色信号分離部 5 4 は、これら 4 種類の色フィルタ R, G 1, G 2, B に応じて、画像用バッファ 8 内の映像信号を分離するようになっていて、この分離動作は、制御部 1 6 の制御に基づき、ノイズ低減部 1 2 の処理およびノイズ推定部 1 3 の処理と同期して行われる。

【 0 1 0 4 】

色信号分離部 5 4 により分離された各色信号は、ノイズ推定部 1 3 へ転送されてノイズ量の推定が上述したように行われ、その推定結果を用いて、ノイズ低減部 1 2 においてノイズの低減処理が行われ、処理後の各色信号が統合されて信号処理部 1 4 へ転送される。その後の動作は、上述した第 1 の実施形態と同様である。

【 0 1 0 5 】

次に、図 1 0 を参照して、本実施形態におけるノイズ推定部 1 3 の構成の一例について説明する。

【 0 1 0 6 】

このノイズ推定部 1 3 の基本的な構成は、上述した第 1 の実施形態における図 2 に示したものと同様であり、同一の機能を果たす構成要素には同一の名称およ

び符号を割り当てている。

#### 【 0 1 0 7 】

このノイズ推定部 1 3 は、上記色信号分離部 5 4 から出力される色信号毎に所定位置における所定サイズの局所領域を抽出する局所領域抽出部 2 6 と、この局所領域抽出部 2 6 により抽出された局所領域の色信号を記憶するバッファ 6 1 と、上記制御部 1 6 から転送される露光条件に関する情報とホワイトバランス係数に関する情報とに基づいて上記増幅器 6 の増幅量を算出するゲイン算出部 2 9 と、何れかのパラメータが省略された場合に標準値を付与する標準値付与部 3 0 と、上記バッファ 6 1 の信号を読み出して平均値と分散値とを算出し平均値を注目画素の信号値レベルとしてルックアップテーブル部 6 3 へ転送するとともに分散値をノイズ低減部 1 2 の制御パラメータとして使用するために制御部 1 6 へ転送する平均分散算出部 6 2 と、上記制御部 1 6 または標準値付与部 3 0 から出力されるシャッタ速度、上記温度センサ 5 2 または標準値付与部 3 0 から出力される撮像素子の温度に関する情報、上記ゲイン算出部 2 9 または標準値付与部 3 0 から出力される増幅量、上記平均分散算出部 6 2 または標準値付与部 3 0 から出力される信号値レベル、とノイズ量との間の関係が上述した第 1 の実施形態と同様の手段により構築されてルックアップテーブルとして記録されているノイズ量算出手段でありルックアップテーブル手段たるルックアップテーブル部 6 3 と、を有して構成されている。

#### 【 0 1 0 8 】

こうして、ルックアップテーブル部 6 3 により得られたノイズ量は、ノイズ低減部 1 2 へ転送されるようになっている。

#### 【 0 1 0 9 】

また、上記局所領域抽出部 2 6 の処理は上記ノイズ低減部 1 2 の処理と同期して行われるようになっており、後述するノイズ低減部 1 2 の処理がブロック単位で行われるために、本実施形態では、例えば 4 × 4 画素単位で画像全体を順次走査しながら抽出を行う。

#### 【 0 1 1 0 】

なお、上記制御部 1 6 は、上記局所領域抽出部 2 6 、平均分散算出部 6 2 、ゲ

イン算出部 2 9、標準値付与部 3 0、ルックアップテーブル部 6 3 に対して双方向に接続されており、これらを制御するようになっている。

#### 【 0 1 1 1 】

次に図 1 1 を参照して、ノイズ低減部 1 2 の構成の一例について説明する。

#### 【 0 1 1 2 】

このノイズ低減部 1 2 は、上記ノイズ推定部 1 3 により推定されたノイズ量に基づきフィルタサイズを設定する制御値設定手段たるサイズ設定部 7 4 と、上記色信号分離部 5 4 から出力される各色信号からこのサイズ設定部 7 4 により設定されたフィルタサイズに相当する画素ブロックを注目画素を内包するように（例えば注目画素を中心として）抽出する局所領域抽出部 7 1 と、予め設定されたフィルタサイズに対応する係数が記録されているスムージング手段たる係数用 ROM 7 5 と、上記サイズ設定部 7 4 により設定されたフィルタサイズに基づき上記係数用 ROM 7 5 から対応するフィルタサイズの係数を読み込んで上記局所領域抽出部 7 1 により抽出された画素ブロックに対して公知の平滑化のためのフィルタリング処理を行うスムージング手段たるフィルタリング部 7 2 と、このフィルタリング部 7 2 から出力されるフィルタリング処理された各色信号を全色について CCD 4 の信号出力位置に対応するように記憶するバッファ 7 3 と、を有して構成されている。

#### 【 0 1 1 3 】

上記サイズ設定部 7 4 は、ノイズ推定部 1 3 により推定されたノイズ量に応じて、例えば  $1 \times 1$  画素～ $9 \times 9$  画素でなるフィルタサイズから、ノイズ量が小さいときには小サイズ、大きいときには大サイズとなるように選択する。このフィルタサイズは、平滑化処理の周波数特性を制御するための制御値となっていて、これにより、ノイズの周波数特性に応じて、映像信号中の特定周波数帯域を低減するフィルタリング処理（平滑化処理）が行われることになる。

#### 【 0 1 1 4 】

さらに、該サイズ設定部 7 4 は、上記制御部 1 6 から注目画素近傍の信号値レベルに関する分散値情報を受けて、この分散値が小さい場合には注目画素が平坦領域であると識別し、大きい場合にはエッジ領域であると識別して、該識別結果



に基づいて、平坦領域である場合はフィルタサイズの補正を行わず、エッジ領域である場合はフィルタサイズをより小サイズへと補正するようになっている。

【 0 1 1 5 】

また、上述したような処理を各色信号毎に繰り返して行うことにより全色についてフィルタリング処理がなされバッファ 7 3 に記憶された各色信号は、その後読み出されて上記信号処理部 1 4 により処理されるようになっている。

【 0 1 1 6 】

なお、上記制御部 1 6 は、上記局所領域抽出部 7 1、フィルタリング部 7 2、サイズ設定部 7 4 に対して双方向に接続されており、これらを制御するようになっている。

【 0 1 1 7 】

加えて、上述ではハードウェアにより処理を行うことを前提としていたが、これに限らず、ソフトウェアによって処理することも可能である。

【 0 1 1 8 】

例えば、CCD 4 から出力される映像信号を未処理のままの Raw データとしておき、この Raw データに、上記制御部 1 6 からの撮影時の温度、ゲイン、シャッタ速度等の情報をヘッダ情報として付加する。このヘッダ情報が付加された Raw データをコンピュータ等の処理装置に出力して、該処理装置において、ソフトウェアにより処理するようにしても良い。

【 0 1 1 9 】

図 1 2 を参照して、コンピュータにおいて画像処理プログラムによりノイズ低減処理を行う例について説明する。

【 0 1 2 0 】

処理を開始すると、まず、Raw データでなる全色信号と、温度、ゲイン、シャッタ速度などの情報を含むヘッダ情報と、を読み込む（ステップ S 1）。

【 0 1 2 1 】

次に、Raw データを各色信号に分離して（ステップ S 2）、色信号毎に個別に走査して行く（ステップ S 3）。

【 0 1 2 2 】

そして、注目画素を中心として、例えば  $4 \times 4$  画素単位でなる所定サイズの局所領域を抽出する（ステップ S 4）。

## 【 0 1 2 3 】

抽出した局所領域に対して、注目画素の信号値レベルである平均値と、平坦領域とエッジ領域とを識別するために用いる分散値と、を算出する（ステップ S 5）。

## 【 0 1 2 4 】

次に、読み込まれたヘッダ情報から、温度、ゲイン、シャッタ速度等のパラメータを求める。このとき、ヘッダ情報に必要なパラメータが含まれていない場合には、所定の標準値を割り当てるようにする（ステップ S 6）。

## 【 0 1 2 5 】

上記ステップ S 5 において算出された信号値レベルと、上記ステップ S 6 において設定されたパラメータである温度、ゲイン、シャッタ速度等と、に基づいて、ルックアップテーブルを用いることによりノイズ量を算出する（ステップ S 7）。

## 【 0 1 2 6 】

続いて、上記ステップ S 5 において算出された分散値と、上記ステップ S 7 において算出されたノイズ量と、に基づいて、フィルタリングサイズを求める（ステップ S 8）。

## 【 0 1 2 7 】

注目画素を中心として、上記ステップ S 8 において求められたフィルタリングサイズに対応する領域を抽出する（ステップ S 9）。

## 【 0 1 2 8 】

次に、上記ステップ S 8 において求められたフィルタリングサイズに対応する係数を読み込む（ステップ S 1 0）。

## 【 0 1 2 9 】

上記ステップ S 9 において抽出された領域に対して、上記ステップ S 8 において求められたフィルタリングサイズと、上記ステップ S 1 0 において求められた係数と、を用いて平滑化のフィルタリング処理を行う（ステップ S 1 1）。

## 【 0 1 3 0 】

そして、平滑化された信号を順次出力し（ステップ S 1 2）、1 色について全画面の走査が完了したか否かを判断し（ステップ S 1 3）、完了していない場合は上記ステップ S 3 へ戻って完了するまで上述したような処理を行う。

## 【 0 1 3 1 】

一方、このステップ S 1 3 において画面走査が完了したと判断された場合には、さらに、全色の色信号について処理が完了したか否かを判断し（ステップ S 1 4）、まだ、全色の色信号について完了していない場合には、上記ステップ S 2 へ戻って上述したような処理を行い、また、完了した場合には、この処理が終了となる。

## 【 0 1 3 2 】

なお、上述では色フィルタ 5 1 が原色ベイヤー型である場合を例に挙げて説明したが、これに限定されるものではなく、例えば、補色フィルタである場合にも同様に適用可能であるし、さらには、二板 C C D や三板 C C D の場合にも同様に適用可能である。

## 【 0 1 3 3 】

このような第 2 の実施形態によれば、上述した第 1 の実施形態とほぼ同様の効果を奏するとともに、色フィルタを有する撮像素子からの信号を色フィルタ毎の色信号に分離して、画素単位または単位面積毎にノイズ量を推定し、局所的なノイズ量に合わせたノイズ低減処理を行っているために、明部から暗部にかけて最適なノイズ低減を図ることが可能になり、高品位な画像を得ることができる。また、原色、補色や単板、二板、三板など多様な撮像系に対して適用することが可能となる。

## 【 0 1 3 4 】

さらに、ノイズ量に対応したフィルタサイズを選択して、このフィルタサイズによりノイズ低減処理を行っているために、ノイズ成分のみが除去されて、それ以上の信号は原信号として保存され、ノイズのみが低減された高品位な画像を得ることができる。

## 【 0 1 3 5 】

そして、撮影時の撮像素子の温度を直接リアルタイムに計測してノイズ量推定のパラメータとしているために、撮影時の温度変化に動的に適応して、高精度にノイズ量を推定することが可能となる。

【0136】

加えて、撮影時に得られなかったパラメータに対して標準値を設定し、得られたパラメータと共にルックアップテーブルからノイズ量を算出しているために、撮影時に必要となるパラメータが得られない場合でもノイズ量を推定することが可能となり、安定したノイズ低減効果を得ることができる。また、ノイズ量の算出にテーブルを用いているために、高速な処理が可能となる。さらに、一部のパラメータ算出を意図的に省略することにより、低コスト化および省電力化を図ることが可能となる。

【0137】

こうして本実施形態によれば、カラーCCDにおいて、ノイズ量に影響を与える要因が動的に変化しても、それに対応してノイズ量を適応的に低減することができ、高品質な画像を得ることができる。

【0138】

なお、本発明は上述した実施形態に限定されるものではなく、発明の主旨を逸脱しない範囲内において種々の変形や応用が可能であることは勿論である。

【0139】

【発明の効果】

以上説明したように本発明の撮像システムおよび画像処理プログラムによれば、画像内のノイズ量を適切に低減して高品質な画像を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の第1の実施形態における撮像システムの構成を示すブロック図。

【図2】

上記第1の実施形態におけるノイズ推定部の構成を示すブロック図。

【図3】

上記第1の実施形態におけるOB領域の配置例を示す図。

【図 4】

上記第 1 の実施形態において、O B 領域の分散と撮像素子の温度との関係を示す線図。

【図 5】

上記第 1 の実施形態において、ノイズ量の定式化を説明するための線図。

【図 6】

上記第 1 の実施形態において、ノイズ量の定式化に用いるパラメータを説明するための線図。

【図 7】

上記第 1 の実施形態におけるノイズ低減部の構成を示すブロック図。

【図 8】

本発明の第 2 の実施形態における撮像システムの構成を示すブロック図。

【図 9】

上記第 2 の実施形態の色フィルタにおける原色ベイヤー型のフィルタ構成を示す図。

【図 1 0】

上記第 2 の実施形態におけるノイズ推定部の構成を示すブロック図。

【図 1 1】

上記第 2 の実施形態におけるノイズ低減部の構成を示すブロック図。

【図 1 2】

上記第 2 の実施形態のコンピュータにおいて画像処理プログラムにより行われるノイズ低減処理を示すフローチャート。

【符号の説明】

- 1 … レンズ系
- 2 … 絞り
- 3 … ローパスフィルタ
- 4 … C C D (撮像素子)
- 5 … C D S
- 6 … 増幅器

- 7 … A / D 変換器
- 8 … 画像バッファ
- 9 … 測光評価部
- 1 0 … 合焦点検出部
- 1 1 … A F モータ
- 1 2 … ノイズ低減部 (ノイズ低減手段)
- 1 3 … ノイズ推定部 (ノイズ推定手段)
- 1 4 … 信号処理部
- 1 5 … 出力部
- 1 6 … 制御部 (パラメータ算出手段、シャッタ速度算出手段)
- 1 7 … 外部 I / F 部
- 2 1 … O B 領域抽出部
- 2 2 … 第 1 バッファ
- 2 3 … 分散算出部 (分散算出手段)
- 2 4 … 温度推定部 (パラメータ算出手段、温度推定手段)
- 2 5 … 温度推定用 R O M (温度推定手段)
- 2 6 … 局所領域抽出部 (信号値算出手段)
- 2 7 … 第 2 バッファ
- 2 8 … 平均算出部 (パラメータ算出手段、信号値算出手段)
- 2 9 … ゲイン算出部 (パラメータ算出手段、ゲイン算出手段)
- 3 0 … 標準値付与部 (付与手段)
- 3 1 … 係数算出部 (ノイズ量算出手段、係数算出手段)
- 3 2 … パラメータ用 R O M (係数算出手段)
- 3 3 … 関数算出部 (ノイズ量算出手段、関数演算手段)
- 3 4 … 上限設定部 (上限値設定手段)
- 4 1 … 水平ライン抽出部
- 4 2 … 第 1 スムージング部 (スムージング手段)
- 4 3 … バッファ
- 4 4 … 垂直ライン抽出部

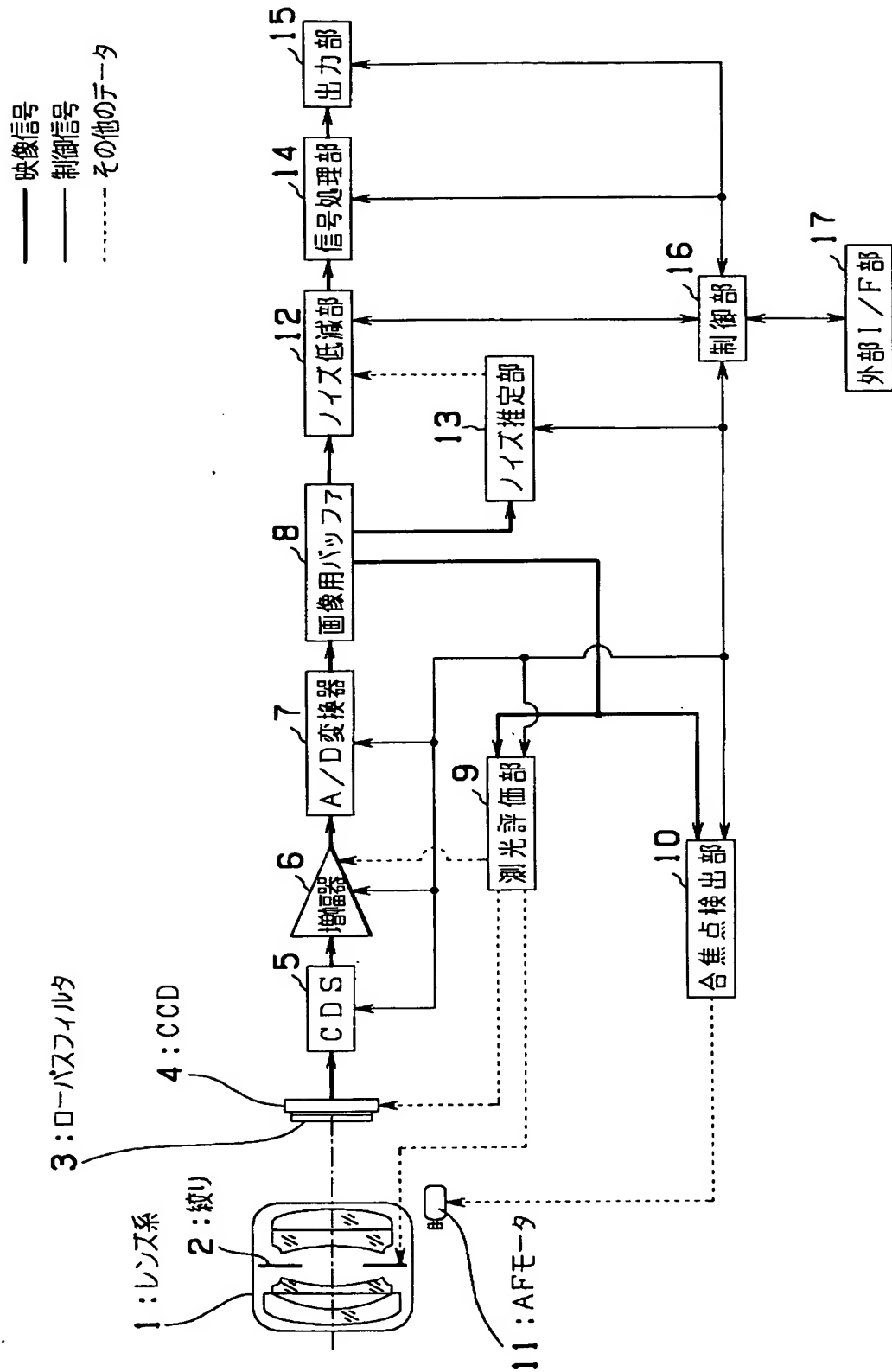
- 4 5 …第 2 スムージング部（スムージング手段）
- 4 6 …閾値設定部（閾値設定手段）
- 5 1 …色フィルタ
- 5 2 …温度センサ（パラメータ算出手段）
- 5 3 …プレWB 部
- 5 4 …色信号分離部（分離手段）
- 6 1 …バッファ
- 6 2 …平均分散算出部
- 6 3 …ルックアップテーブル部（ノイズ量算出手段、ルックアップテーブル手段）
- 7 1 …局所領域抽出部
- 7 2 …フィルタリング部（スムージング手段）
- 7 3 …バッファ
- 7 4 …サイズ設定部（制御値設定手段）
- 7 5 …係数用 R O M （スムージング手段）

代理人 弁理士 伊 藤 進

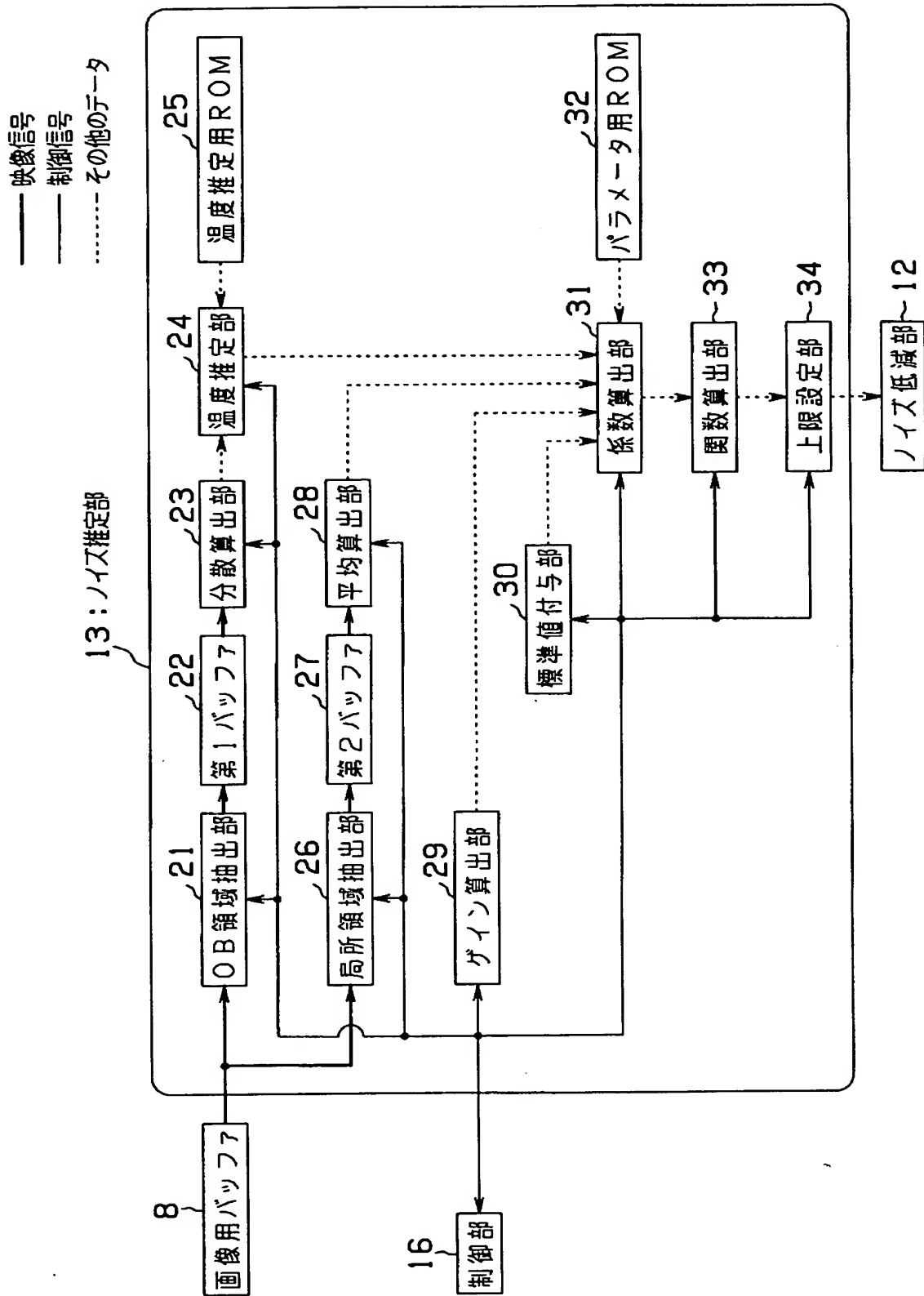
【書類名】 図面



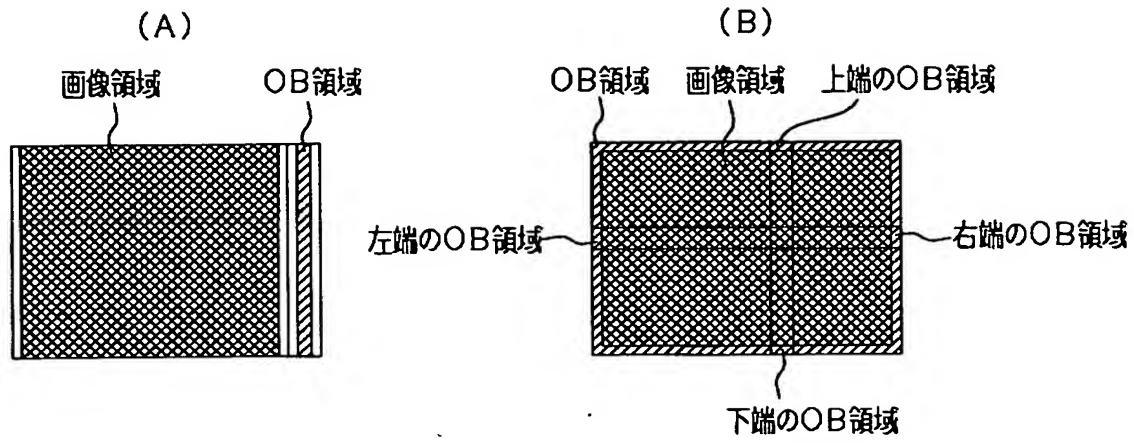
【図1】



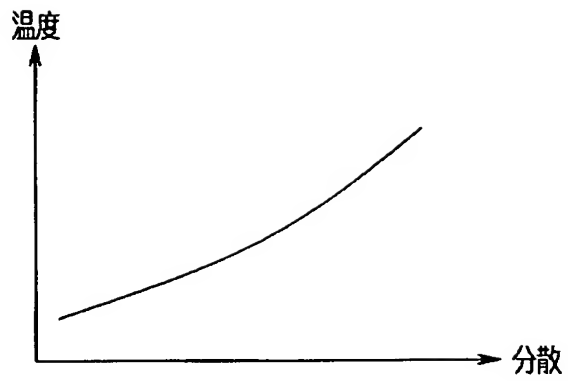
【図 2】



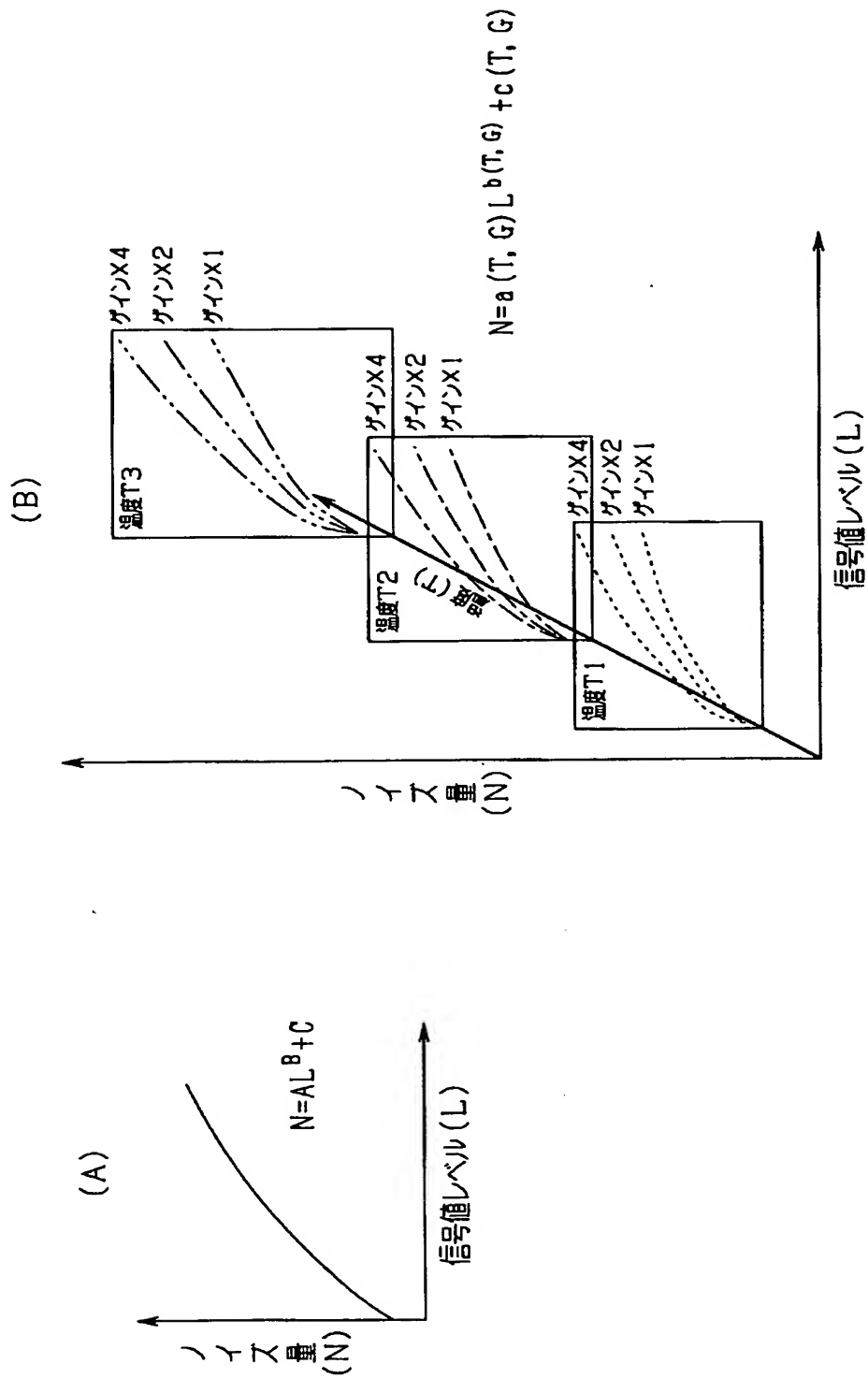
【図 3】



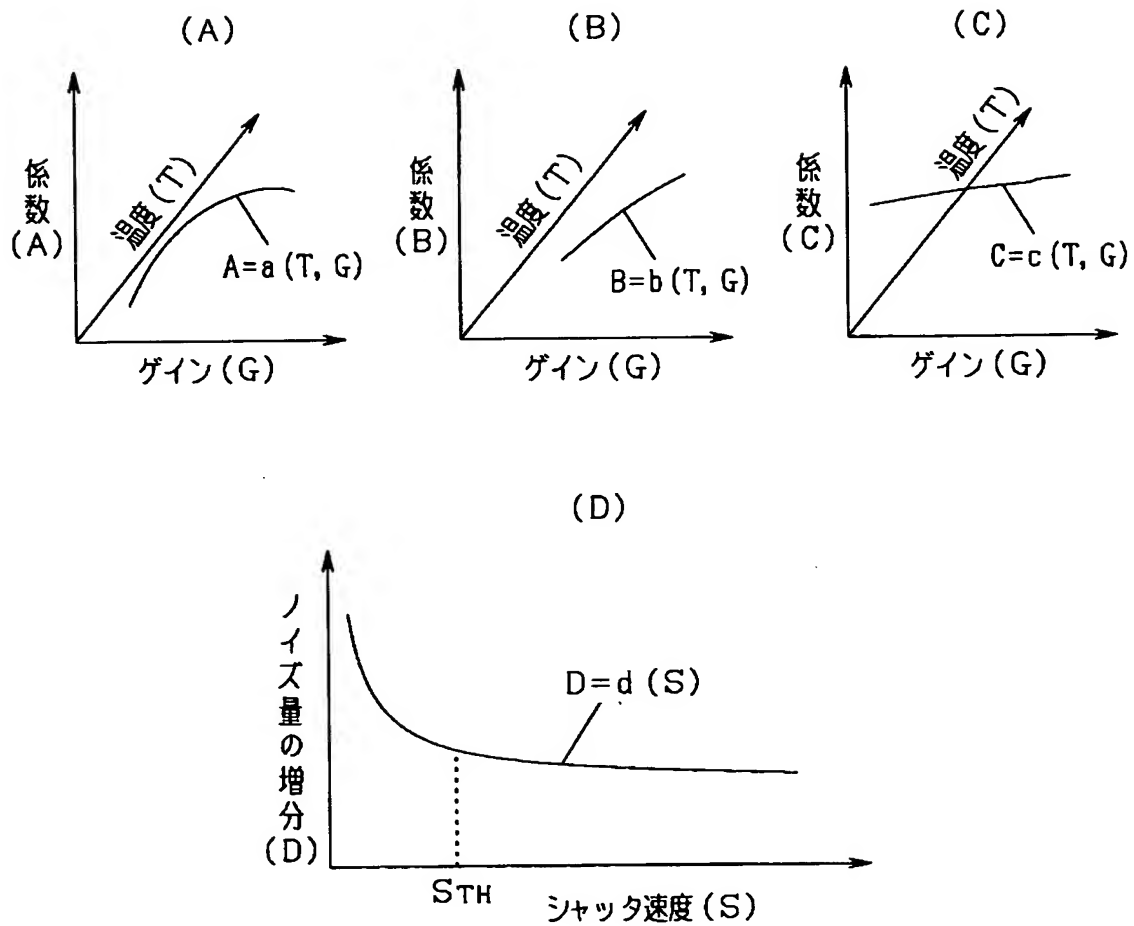
【図 4】



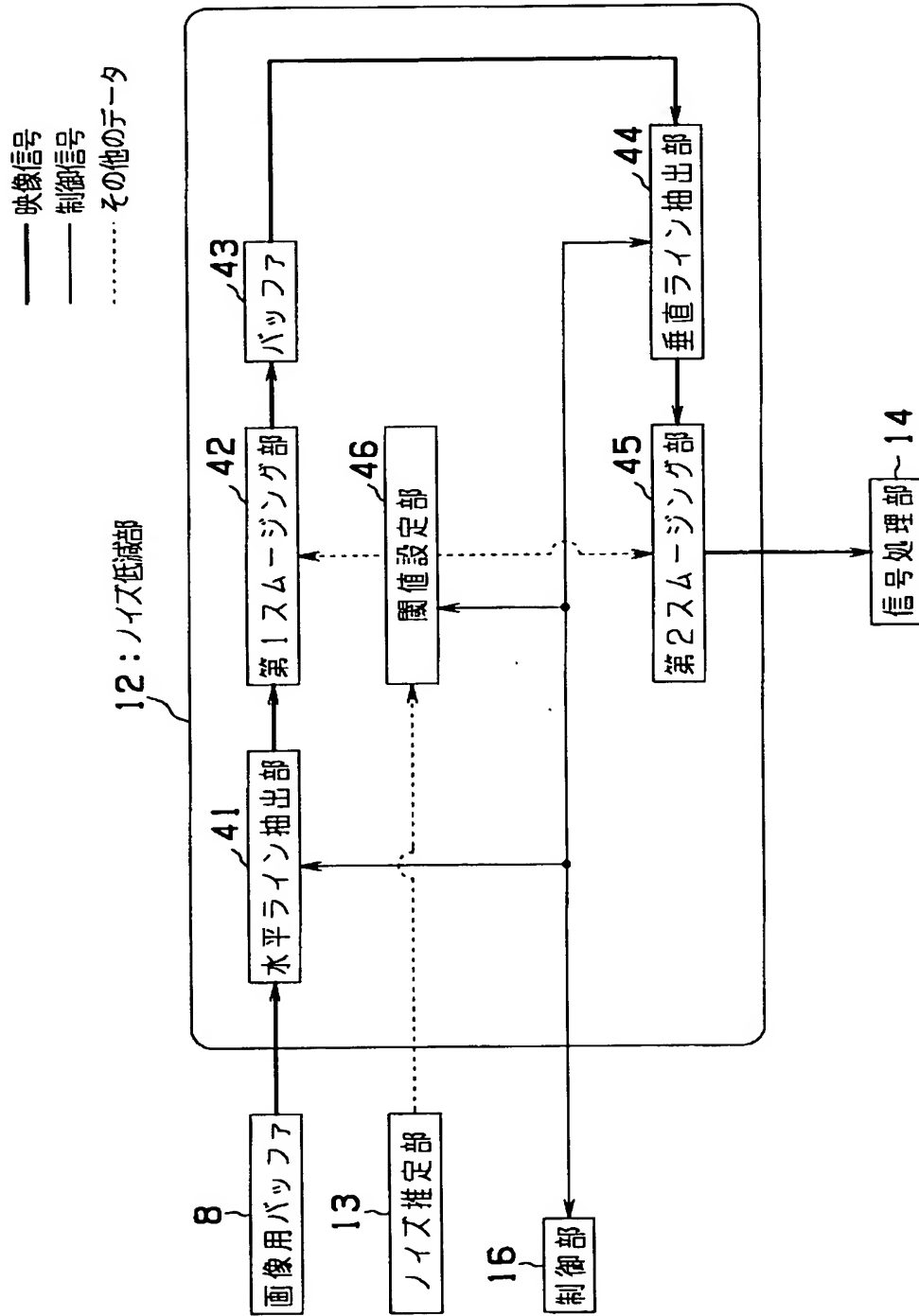
【図 5】



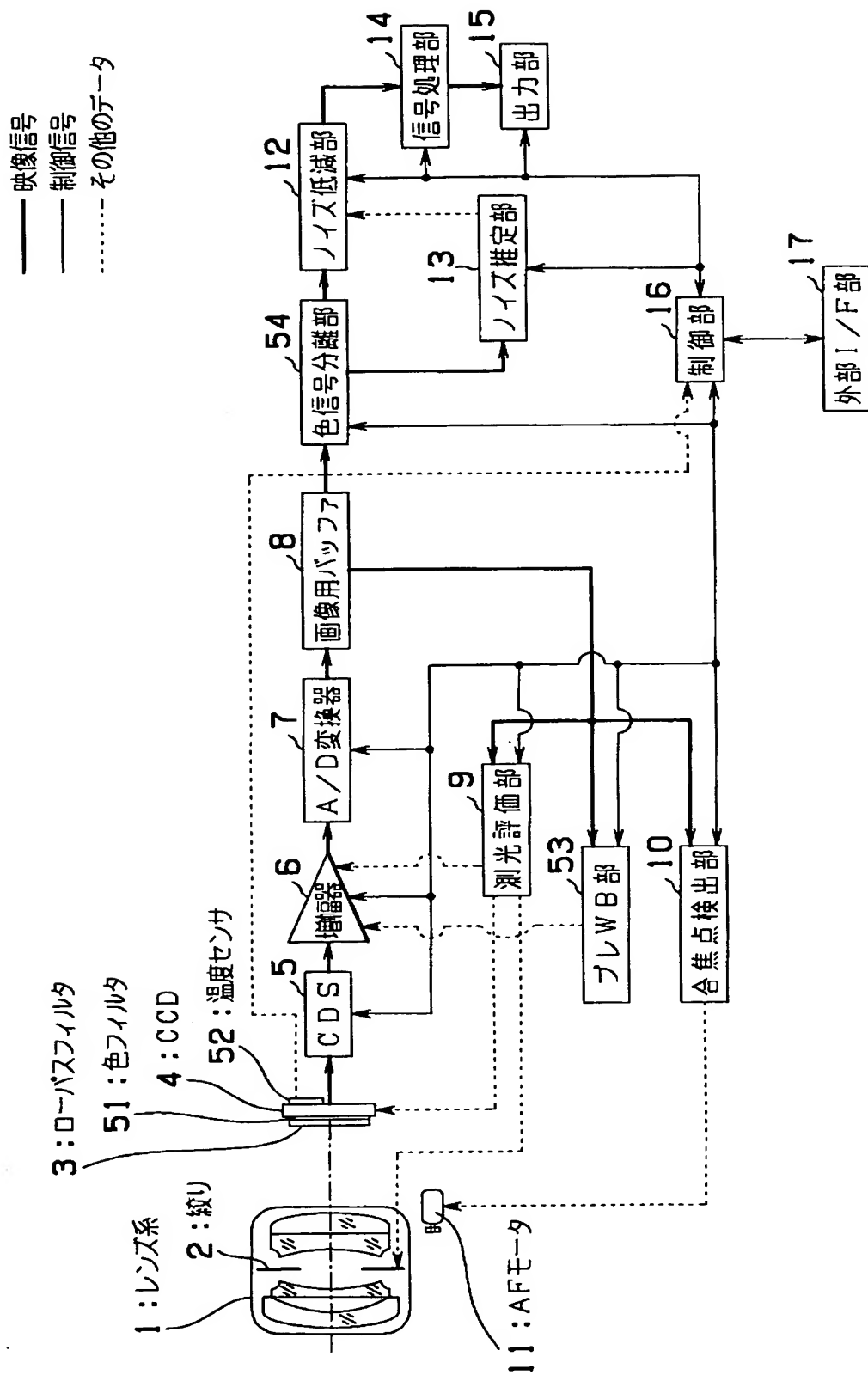
【図 6】



【図 7】



【図 8】

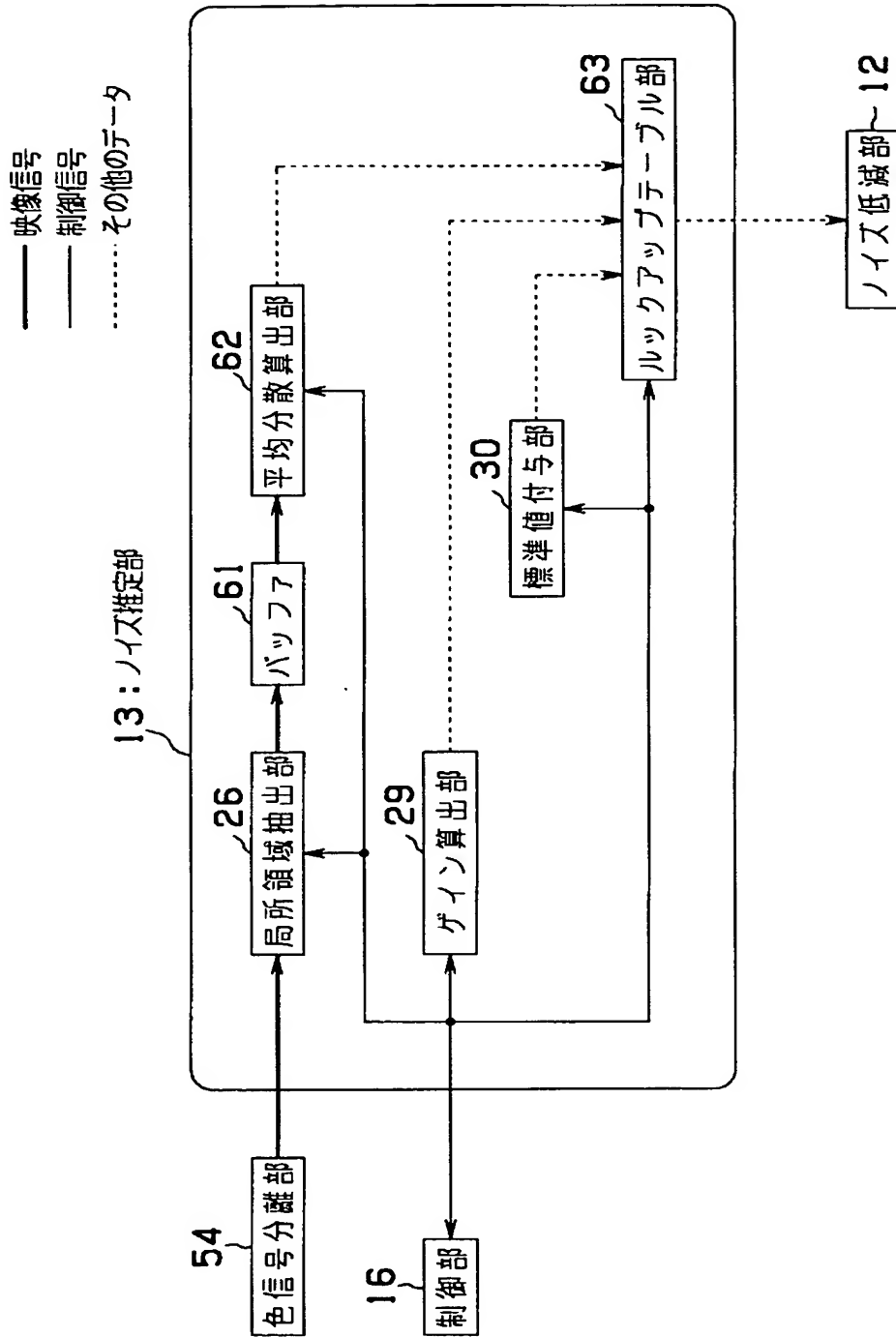


【図 9】

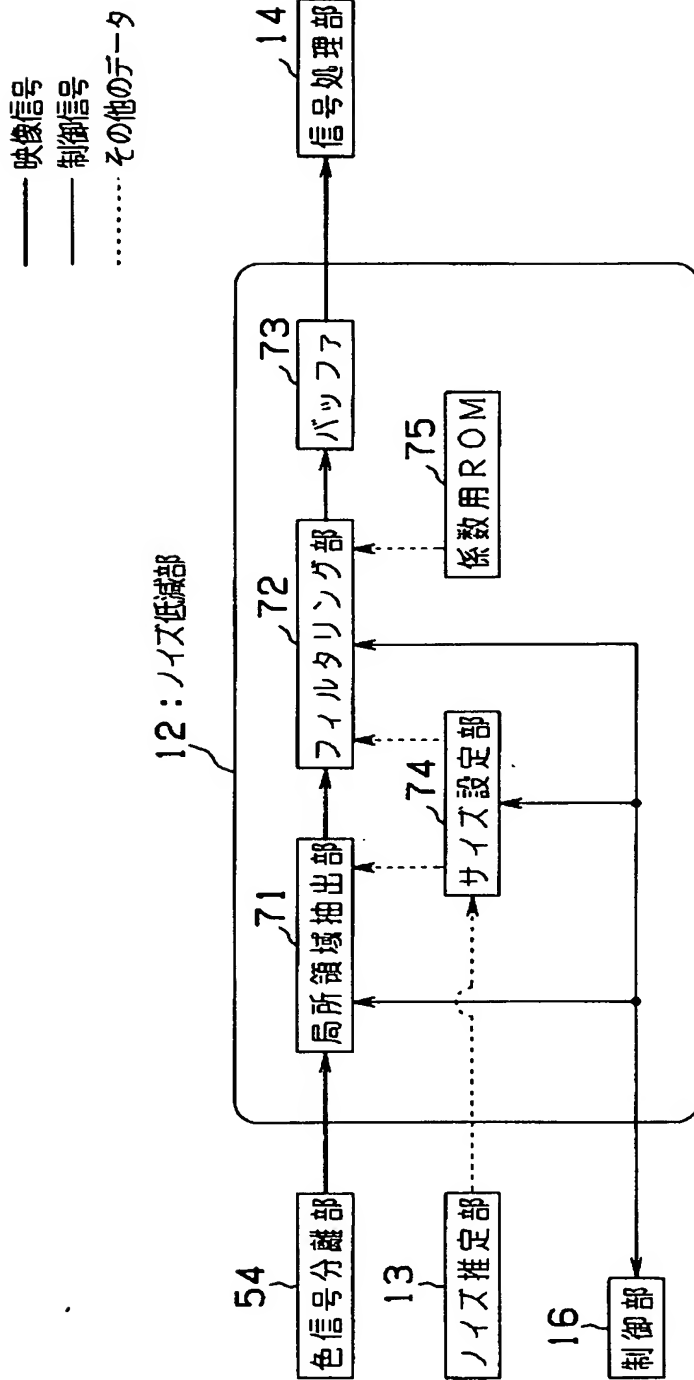
R	G1
G2	B



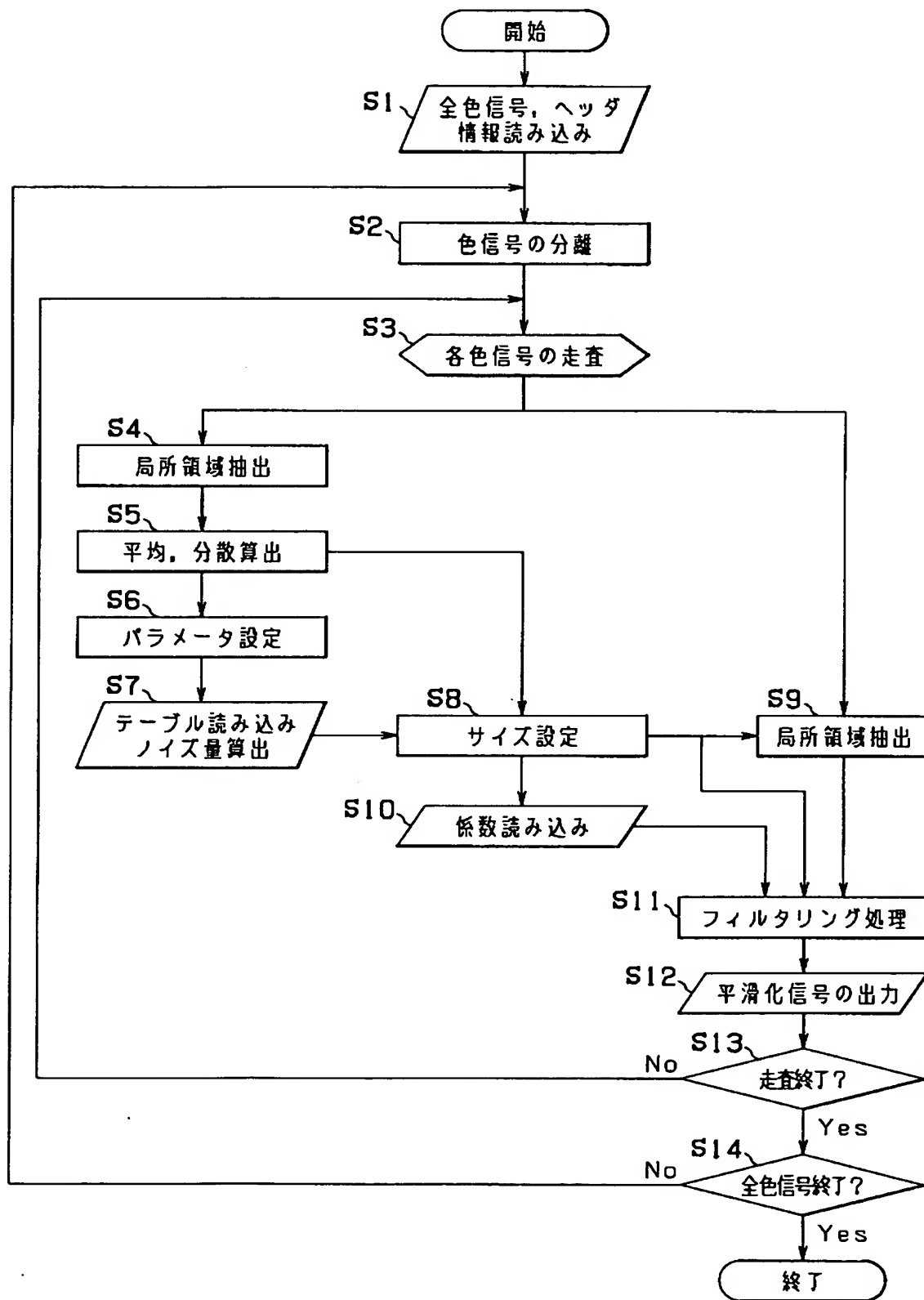
【図10】



【図 11】



【図 12】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 動的なノイズ要因に対応してノイズ量を低減し、高品質な画像を得る撮像システム等を提供する。

【解決手段】 ノイズに影響を与える信号レベル、撮影時のCCD4の温度、露光時間、ゲインなどの要因を動的に取得して、CCD4上のノイズレベルをノイズ推定部13により局所的（例えば画素単位）に推定し、映像信号中のこのノイズレベル以下の信号成分をノイズ低減部12によって抑制することにより、画像のエッジなどを保存しながら、ノイズの少ない高品質な画像を得る。このとき、CCD4の温度は、オプティカルブラック領域の信号の分散と温度との相関関係によりノイズ推定部13内で推定する。さらに、ノイズ推定部13は、信号レベルを局所領域における平均値として算出する。

【選択図】 図1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000000376]

1. 変更年月日 1990年 8月20日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号

氏 名 オリンパス光学工業株式会社